

# Eiwit krijgt kleur



# Inhoud

Voorwoord		4
Hoofdstuk 1	Inleiding	6
Hoofdstuk 2	Eiwit: natuurlijk en industrieel	8
	2.1 Functie	9
	2.2 Bronmateriaal	12
Hoofdstuk 3	Consumptie van eiwit	15
	3.1 Groeifactoren	15
	3.2 Huidige vraag naar (dierlijk) eiwit	16
	3.3 Verwachte vraag naar dierlijk eiwit (vlees)	17
Hoofdstuk 4	Eiwitproductie	19
	4.1 Productiefactoren	19
	4.2 Productie voldoende voor 2050?	23
Hoofdstuk 5	Vlees en vis: milieueffecten en strategieën tot reductie	25
	5.1 Vlees: de lange schaduw	25
	5.2 Vis: schaarser en schaarser	27
	5.3 Implicaties voor het milieu in 2050	27
	5.4 Mitigerende strategieën	28
Hoofdstuk 6	Novel Protein Foods	30
	6.1 Consument: de opkomst van het middensegment	30
	6.2 Minder vlees: wat zijn de opties?	33
	6.3 Kritische succesfactoren NPF's	34
	6.4 Texturering	37
	6.5 Alternatieve eiwitbronnen	38
	Bronnen	41

# Eiwit krijgt kleur

september 2011

*Food & Nutrition Delta*  
Food for Business



# Voorwoord

'De media roepen om het hardst dat vlees slecht is. Vee stoot meer broeikasgassen uit dan de transportsector, zegt de Partij voor de Dieren in navolging van internationale experts. Bossen worden op grote schaal gekapt voor veevoer en graasland, aldus de milieuorganisaties. Dierlijke eiwitten zijn inefficiënt, stinkende mestoverschotten hopen zich op en stallen bederven het landschap. Dieren worden op mens- en dieronterende wijze in hokken gepropt en ter dood gebracht. En dat allemaal omdat wij zo nodig elke dag een goedkoop lapje vlees op ons bord willen hebben. Om nog maar te zwijgen over de vreselijke effecten op onze gezondheid van die kleurstoffen- en hormonenbommen. Zo ongeveer is de redenering, en als je daar even op doorgaat, dan lijkt vlees eten veel op een verslaving waarmee we niet zozeer onszelf en onze medemens vergiftigen, maar ook de hele planeet - een overtreffende trap van roken als het ware.'

'Zelf minder en bewuster vlees eten is een eerste stap, een nationale reflectie op vleesproductie ook. Een algemeen vleesverbod is onzinnig, omdat er goede redenen kunnen zijn om wel vlees te produceren en er vele honderden miljoenen zijn die nauwelijks vlees eten. Vlees is een morele toetssteen, maar we moeten waken voor moraalridders die het als intrinsiek fout bestempelen. Nederland zou, als grote producent, in internationaal verband de productieketen van vlees en de werkelijke kosten voor milieu, gezondheid en dierenwelzijn eens op de agenda moeten zetten. Vegetarisch eten moet een standaardoptie worden bij officiële gelegenheden, en niet iets waarover je fluisterend moet onderhandelen. Bovendien moeten we investeren in de ontwikkeling van vleesvervangers als serieuze optie. De beste kerstkalkoen is misschien wel geen kalkoen, of desnoods een kunstkalkoen uit algen of lupines. Of geeft u toch de voorkeur aan quiche van meelwormen en geroosterde sprinkhanen?'

Louise Fresco,  
hoogleraar Universiteit van Amsterdam, blog NRC.nl (dinsdag 23 december 2008)



# Inleiding

**In een wereld waar de bevolking zal toenemen tot 9 miljard in 2050 is voedselzekerheid een hot issue. Hoe krijgen 'we' met zijn allen dit contingent gevoed? En welke belasting heeft de toename van de voedselproductie op het milieu? Wat helpt het als de toenemende vraag naar natuurlijke grondstoffen ervoor zorgt dat biodiversiteit afneemt, de bodem verzuurt, de CO<sub>2</sub>-uitstoot toeneemt en drinkwater schaarser wordt?**

Een toenemende vraag in combinatie met schaarser wordende grondstoffen heeft de laatste jaren tot forse prijsstijgingen geleid. Met als gevolg sociale onrust. Zo lagen aan de opstand in Egypte onder meer voedselrellen ten grondslag. In Mexico zorgden sterk gestegen maisprijzen voor onlusten.

Het spreekt voor zich dat hogere voedselprijzen ook tot ondervoeding leiden. Immers, gezien het hoge aandeel van het besteedbaar inkomen dat aan voeding opgaat (in Afrika tussen de 50 en 80 procent), is er weinig ruimte in het huishoudbudget om forse prijsstijgingen op te vangen.

## Lange schaduw

De productie en consumptie van dierlijk eiwit speelt in deze discussie een centrale rol. In het FAO-rapport *Livestock's Long Shadow* (2006) stelt Henning Steinfeld, chef van de Livestock Information and Policy Branch, dat veeteelt (vlees, zuivel) één van de belangrijkste oorzaken is van de huidige milieuproblematiek. Hij doelt daarbij op CO<sub>2</sub>-uitstoot en de belasting van de bodem en de watervoorraden. Naast de milieu-effecten en mogelijke nadelige gevolgen voor de volksgezondheid (bijvoorbeeld de opname van verzadigd vet) werd de veeteelt en de vleesverwerkende en zuivelindustrie ook geconfronteerd met NGO's (bijvoorbeeld Varkens in Nood) en in de Tweede Kamer met de Partij voor de Dieren. Deze actoren richten zich met name op het verbeteren van dierwelzijn in de houderij, het vervoer en het slachtproces.

## Inefficiënte eiwitfabriek

Binnen de bovengenoemde sectoren zijn tal van initiatieven opgezet die de keten moeten verduurzamen. Dat geldt niet alleen voor dierwelzijn (onder andere de discussie over onverdoofd castreren, verdoving bij slacht), maar ook voor de belasting van het milieu. Zaken als het optimaliseren van de voederconversie, waardoor plantaardig eiwit (diervoeder) effectiever in dierlijk eiwit wordt omgezet, of verbeteringen in de wijze waarop dieren worden gehouden, neem het Rondeel (pluimvee).

Los van deze optimalisatieslagen blijft als een paal boven water staan dat de productie van dierlijke eiwitten vele malen inefficiënter is dan de productie van plantaardige eiwitten. In 'Het pleidooi voor een duurzame veeteelt', ondertekend door 270 hoogleraren, wordt een dier betiteld als een 'inefficiënte eiwitfabriek'. De hoogleraren pleiten er dan ook voor om minder vlees eten (en meer plantaardig eiwit). Logisch, de directe consumptie van plantaardig eiwit (brood, groente, peulvruchten etc.) is minder belastend voor het milieu omdat er een schakel - de veehouderij - uit de keten wordt verwijderd.

## Onstuitbare opmars van vlees

Deze overgang van dierlijke naar plantaardige of alternatieve eiwitbronnen, de eiwittransitie, lijkt een ABC-tje. De praktijk blijkt weerbarstiger. Zo moeten de consumenten in onze (voornamelijk) marktgedreven economieën minder vlees gaan eten. Het tegengestelde is het geval. De wereldvleescon-



sumptie is tussen 1965 en 2005 sterker gestegen dan de wereldbevolking. Dit is vooral te wijten of te danken aan het gestegen welvaartspeil en sectorale ontwikkelingen (in geval van Nederland stuntprijzen in de supermarkt).

Volgens de Amerikaanse agriconsultant FarmEcon zal in 2050 een slordige 624 miljoen ton vlees worden geproduceerd. In 2010 lag dit cijfer rond de 300 miljoen ton: meer dan een verdubbeling dus. Deze verwachte groei is deels gebaseerd op bevolkingsgroei en een stijging van het GDP (welvaartsindicator).

#### **Markt-gedreven aanpak onvoldoende**

Deze welvaartsgroei zal voornamelijk plaatsvinden in zich ontwikkelende economieën, waaronder het sterke BRIC-blok (Brazilië, Rusland, India en China: totaal 2,9 miljard inwoners). In deze regio's, die worden gekenmerkt door een sterke tot bovengemiddelde groei van het GDP, stijgt de eiwitconsumptie, meer specifiek vlees en zuivel. In de ontwikkelde regio's (VS, EU, Australië) is de consumptie van (dierlijk) eiwit verzadigd.

De verwachte vraag uit de BRIC-hoek en het economische belang van de productie van dierlijk eiwit in de EU, en zeker in Nederland, maken dat een puur markt-gedreven aanpak niet zal leiden tot een eiwittransitie die gewicht in de schaal zal leggen.

Sociaal-maatschappelijke en politieke factoren spelen een belangrijke rol.

Gezien het internationale scope van de transitie, zoals de groei in BRIC-landen, volstaat niet een Nederlandse- en EU-aanpak. Eiwittransitie vereist een mondiale aanpak waarbij de neuzen van bedrijfsleven, overheid, onderzoeksinstellingen en consumenten dezelfde kant op moeten staan.

#### **Novel Protein Foods**

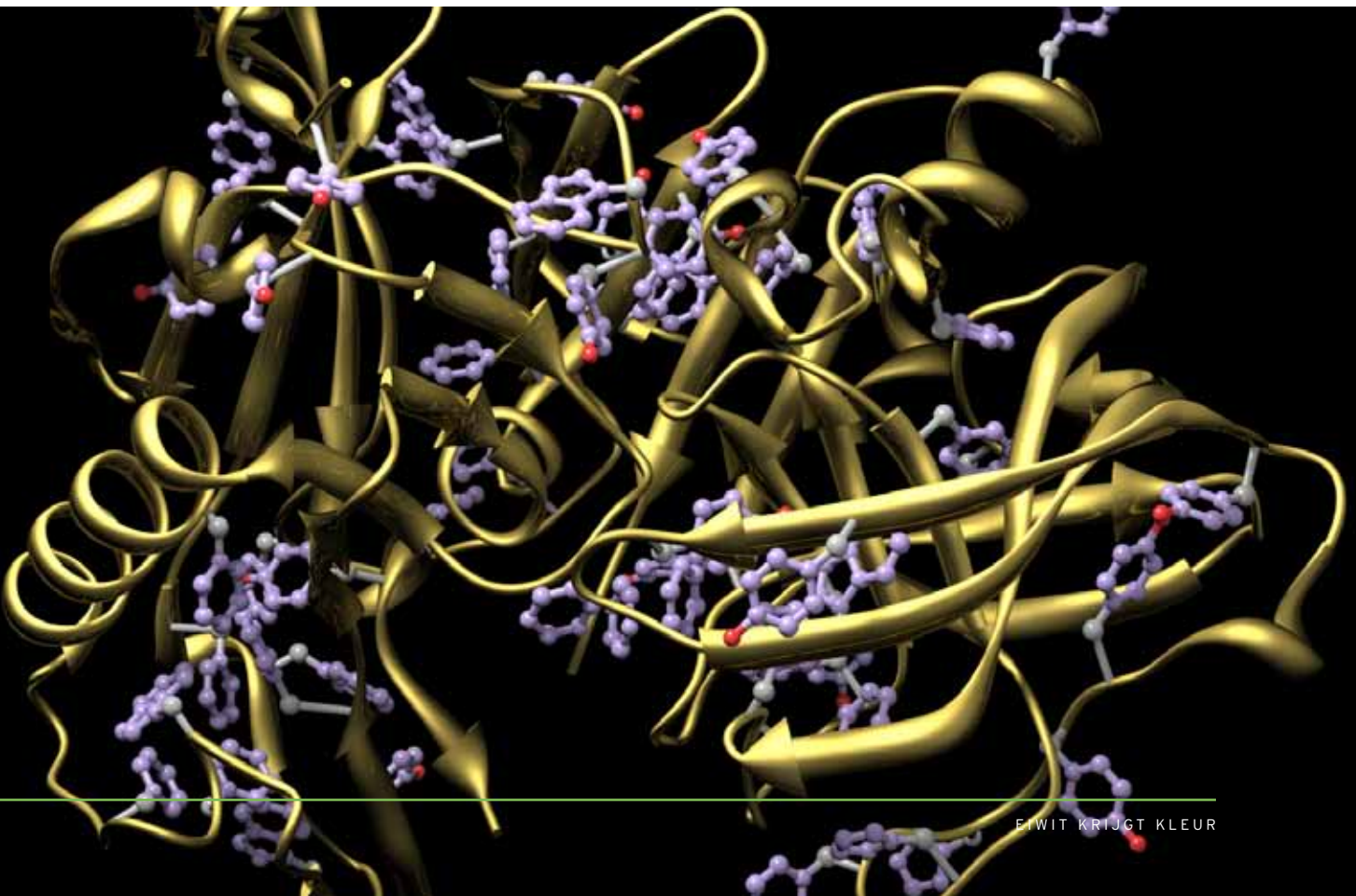
In dit rapport gaan we kort in op deze complexiteit - de verwevenheid van verschillende factoren op verschillende niveau's - van de eiwittransitie. Voorop staan echter de opties die bedrijven hebben om producten te maken die minder of geen dierlijk eiwit bevatten: de zogenaamde Novel Protein Foods. In deze ontwikkeling speelt een beter inzicht in de structuur en functionaliteit van eiwit een belangrijke rol. Daarom komen deze aspecten ook aan bod. Naast de focus op eiwitten an sich zijn aparte hoofdstukken ingeruimd voor consumptie en productie van dierlijk en plantaardig eiwit. Vervolgens worden veelgebruikte plantaardige en alternatieve eiwitbronnen (insecten, algen) nader belicht. Tot slot krijgen Novel Protein Foods (vleesvervangers) een aparte vermelding, gezien de belangrijke rol die zij kunnen vervullen in de eiwittransitie.

# Eiwit: natuurlijk en industrieel

'Eiwitten of proteïnen vormen een grote klasse van biologische moleculen die bestaan uit polymere ketens van aminozuren. De aminozuren (..) zijn verbonden door peptideverbindingen.' Deze passage, afkomstig uit Wikipedia, verhuult enigszins de complexiteit van eiwitten. Om te beginnen met de chemie: alle eiwitten die in de natuur voorkomen, zijn opgebouwd uit 20 aminozuren (waarover later meer). Deze aminozuren bestaan uit koolstof-, zuurstof-, stikstof- en (in sommige gevallen) ook uit fosfor- en zwavelatomen. Omdat er een oneindig aantal mogelijke combinaties van deze aminozuren mogelijk zijn, moet men eigenlijk spreken van een eiwit in plaats van het eiwit.

Deze aminozuren worden vervolgens aan elkaar gekoppeld door peptideverbindingen. Hierdoor ontstaat de structuur van een eiwit. Hierin zijn vier verschillende niveaus te onderscheiden: een primaire, secundaire, tertiaire en quaternaire structuur. De primaire structuur wordt bepaald door het aantal, het

type en de volgorde van aminozuren in een lineaire keten. Door interacties van aminozuren met elkaar ontstaan secundaire structuren, een alfa-helix of een beta-sheet. Interacties tussen deze twee eiwitstructuren, via waterstofbruggen of hydrofobe interacties, vormen de tertiaire structuur. Binnen dit 'eiwitka-





**Eiwittekort**

Een tekort aan eiwit komt met name in ontwikkelingslanden voor. Hier krijgt men eenvoudigweg te weinig eiwit binnen. In deze gevallen leidt dit tot overlijden, gebrekkige groei en problemen met de geestelijke ontwikkeling. In ontwikkelde landen is eerder sprake van een overconsumptie. Deze overconsumptie is onder meer gelieerd aan obesitas omdat de eiwitconsumptie veelal gepaard gaat met vetconsumptie. Overconsumptie kan in sommige gevallen ook leiden tot nierfalen. In sommige gevallen, bijvoorbeeld bij restrictieve eetregimes (veganisme), is de kans op (specifieke) eiwittekorten groter. In deze gevallen kan lusteloosheid, een verminderd weerstandsvermogen en haaruitval optreden.

thedraal' kunnen bepaalde eiwitten interacteren die alleen binnen deze quaternaire structuur hun functie kunnen uitoefenen, bijvoorbeeld in geval van collageen.

Eiwitten kunnen zowel via onbewerkte voeding (vlees, eieren, groenten, eieren, noten etc.) als bewerkte voeding worden geconsumeerd. Met name met het oog op Novel Protein Foods verdienen de inzichten in de aard en functionaliteit van zogenaamde industriële eiwitten speciale aandacht.

**2.1 Functie**

Op twee niveaus spelen eiwitten een belangrijke rol: in het menselijk lichaam zelf en in bewerkte en onbewerkte voeding. Om te beginnen de biologische functies.

**Lichaamsfuncties**

Eiwitten hebben grofweg drie verschillende functies: structurerend, opslag- en biochemische activiteit. Een structurerende functie is bijvoorbeeld het aanmaken van spiermassa of het verstevigen van bot- en bindweefsel. Opslageiwitten zorgen voor

essentiële voedingsstoffen, bijvoorbeeld globulines in plantenzaden. Biochemisch actieve eiwitten spelen onder meer een rol bij het transport van bepaalde stoffen (hemoglobine en het vervoer van zuurstof in het bloed) of in antilichamen die lichaamsvreemde verbindingen verwijderen.

In het lichaam worden de eiwitten afgebroken tot aminozuren. Deze worden vervolgens ingezet om nieuwe lichaamseigen eiwitten (bijvoorbeeld spiermassa) te produceren. Elk type aminozuur heeft een aparte functie in het lichaam. Zo speelt tryptofaan een rol bij de productie van de neurotransmitter serotonine. Daarnaast hebben eiwitten ook een calorische waarde.

Ontstaat een tekort, dan kan het lichaam twaalf typen aminozuren zelf aanmaken. Voor acht aminozuren (threonine, valine, tryptofaan, isoleucine, leucine, lysine, fenylalaline en methionine) is dit echter niet het geval. Deze essentiële aminozuren moeten via voeding worden aangevuld.



Dierlijke producten bevatten vaak alle essentiële aminozuren. Bij plantaardige producten ontbreekt er meestal één essentieel aminozuur: dit ontbrekende aminozuur wordt ook wel het limiterende aminozuur (bijvoorbeeld bij granen) genoemd. Een vleesloos dieet hoeft echter niet te leiden tot een deficiëntie aan bepaalde essentiële aminozuren. Door verschillende plantaardige eiwitbronnen, bijvoorbeeld rijst met bonen of pindaas op volkorenbrood, met elkaar te combineren, voorziet een vegetarisch menu ook volledig in de eiwitbehoefte.

Eiwitten zijn de laatste jaren voor de industrie ook interessant geworden vanwege mogelijke gezondheidsbevorderende eigenschappen. (Een snellere) verzadiging is een zeer interessante optie, zeker gezien de opmars van obesitas en de vraag van consumenten naar gemakkelijke manieren om af te slanken. Inmiddels is er vanuit verschillende invalshoeken onderzoek gedaan naar het verzadigend effect van eiwitten. Het effect achter een snellere verzadiging ligt in de verhoudingsgewijs hoge mate aan energie die het lichaam nodig heeft om de eiwitten te verteren (thermogenese).

Eiwitten spelen ook een rol bij het herstel (spierweefsel) na een inspanning, bijvoorbeeld een duurloop. De werkzame componenten, de aminozuren, hebben tijd nodig om de spieren te bereiken. Ze moeten immers eerst worden afgebroken. DSM heeft in 2004 op de Olympische Spelen in Athene Peptopro gelanceerd. In dit product

zijn de aminozuren en peptides 'vrijgemaakt' via hydrolyse, waardoor het herstellend effect wordt versneld.

### Functie in voeding

Eiwitten vertegenwoordigen een bepaalde voedingswaarde. Daarnaast vervullen ze ook functies in bewerkte en onbewerkte voeding. Zo zorgt de kenmerkende, hiërarchische vezelstructuur in rundvlees voor een stevige, sappige bite.

In bewerkte voeding vervullen eiwitten een gamma aan functionaliteiten. (zie kader.) Deze functionaliteiten zijn nauw verbonden met de structuur, de aminozuursamenstelling en de ruimtelijke invulling (de primaire, secundaire, tertiaire en quaternaire structuur) van het eiwit. Daarnaast spelen ladingverdeling en interactie van eiwitten in de foodmatrix met andere verbindingen/componenten, zoals koolhydraten, een rol. Deze componenten kunnen ook additieven of proceshulpstoffen zijn.

Naast de interactie met en beïnvloeding door andere componenten hebben procesparameters, zoals temperatuur, druk en shear, gevolgen voor de structuur van het eiwit. Hierdoor kan het eiwit denatureren: het verliest haar oorspronkelijke vorm waardoor het (deels) haar functionaliteit verliest of een andere functionaliteit krijgt. Andersoortige gevolgen zijn cross-linking, het aangaan van intra- of intermoleculaire reacties, of het uiteenvallen in kleinere peptiden (hydrolyse).

### Functionele eigenschappen

Eigenschap	Eindproduct
gelerend (gelling)	vlees, kaas
emulgerend	worst, soep, kaas
schuimvormend (foaming)	toppings, desserts
texturerend	vleesvervangers
smaakbinding	vleesvervangers, bakkerijproducten
water- en/of vetbinding	worst, kaas, brood
oplosbaarheid	dranken

### Nieuw aardappeleiwit

Solanic, een dochteronderneming van Avebe, kwam in 2008 met het gelijknamige, commerciële aardappeleiwit op de markt. Volgens Marco Giuseppin, Chief Technical Officer van Solanic, heeft het eiwit vrijwel dezelfde functionaliteiten als dierlijk eiwit. 'Qua kosten en prestatie is ons eiwit gelijkwaardig aan dierlijk eiwit', aldus Giuseppin. 'Op sommige eigenschappen, zoals foaming, voedselveiligheid en oplosbaarheid scoort ons eiwit zelfs beter.' Solanic heeft, samen met een Deens bedrijf, een scheidingsmethode ontwikkeld op basis van adsorptie. 'Filtratie van het aardappelwater is onmogelijk omdat je behalve eiwit ook contaminanten in de fractie overhoudt. Het mooie van ons systeem is dat we het water niet hoeven te verhitten, waardoor de eiwitten intact blijven en de energiekosten laag zijn.'

### Milde extractie

Omdat de functionaliteit van een eiwit de waarde ervan bepaalt, is de extractie uit plantaardig en dierlijk (onder andere slachtafval, bloed) materiaal een essentiële stap. Bij deze stap, of beter gezegd een veelvoud aan stappen, komen krachten en temperaturen vrij die de eiwitkwaliteit nadelig kunnen beïnvloeden. De processtappen zijn afhankelijk van de eiwitbron en de gewenste specificaties van het eiwit. Grosso modo kunnen de volgende processtappen worden onderscheiden:

1. Mechanische/chemische behandeling van ruw materiaal: mengen, malen, snijden, zuren
2. Eiwithoudend materiaal: drogen, extraheren, concentreren, fractioneren
3. Eiwitconcentraat (70 % eiwit): zuiveren, scheiden
4. Eiwitisolaat (90 % eiwit): enzymatische scheiding
5. Enkelvoudig eiwit: hydrolyse
6. Hydrolysaat

Een belangrijk aspect in het extractieproces is het belang van eiwitextractie in het gehele proces. Is het eiwit een bijproduct, bijvoorbeeld van olie, of

is het een hoofdproduct? In het laatste geval is het proces zo ingericht om een zo zuiver mogelijk eiwit te extraheren. Een goed voorbeeld hiervan is Solanic (zie kader).

Sterker, de wijze van extraheren bepaalt de functionaliteit. Er is een fundamenteel verschil tussen vloeibare (bijvoorbeeld zuivel, bloed) en vaste bronnen (plantaardige materialen). In het laatste geval moet het bronmateriaal bijvoorbeeld worden vermalen. Hierbij komen krachten (shear) en temperaturen vrij die gevolgen hebben voor de eiwitkwaliteit.

Omdat de verwerkers van grondstoffen, zoals soja of tarwe, hun proces hebben ingericht op de extractie van andere componenten, zoals olie of zetmeel, stond de extractie van eiwit vaak op het tweede plan. Doordat bij het verwerkingsproces vaak hoge temperaturen worden gebruikt (bijvoorbeeld bij het verwijderen van hexaan bij het ontvetten van soja) worden eiwitten beschadigd. Hierdoor is hun functionaliteit beperkt. Een combinatie van hitte en een lage pH komt eveneens niet ten goede aan de eiwitkwaliteit.

Volgens NIZO-onderzoekers Arno Alting en Laurice Pouvreau is er inmiddels wel sprake van een kentering van deze benadering. 'Verwerkers van plantaardige grondstoffen zoeken naar compromissen waarbij ze de kwaliteit van de individuele componenten zo hoog mogelijk proberen te houden', aldus Pouvreau. Alting vult aan: 'Daarbij wordt de aandacht meer en meer gericht op het productieproces. End-of-pipe oplossingen waarbij het eiwit onder meer gehydrolyseerd wordt, zijn in feite lapmiddelen. Beter kun je in het productie- of extractieproces kritisch kijken naar relevante parameters zoals shear, hitte en pH.'

NIZO heeft verschillende trajecten afgerond waarbij optimalisaties in de verwerking zorgen voor verbeterde functionaliteiten. Zo leidt high pressure processing in consumptie-ijs tot een verhoogde viscositeit en een afname van het smeltproces.

Hierdoor kan onder meer het eiwitgehalte worden verlaagd zonder dat dit ten koste gaat van de textuur en het mondgevoel.

## 2.2 Bronmateriaal

Wat betreft de consumptie en verwerking van natuurlijke en industriële eiwitten kan een onderscheid worden gemaakt tussen plantaardig, dierlijk en microbieel. In de volgende paragrafen wordt kort ingegaan op veelgebruikte bronnen voor industrieel eiwit.

### Plantaardige bronnen

Gluten (tarwe, mais, rogge, rijst) bevatten gluteneiwitten die als emulgator gebruikt kunnen worden. Zo zorgen de eiwitten in het bakproces van brood voor het stabiliseren van gasbellen in het deeg. Tarwe-eiwitten bepalen onder meer het volume van het brood en de structuur van de broodkrumels. In cakemixen verbeteren gluten de opklopbaarheid en stabiliteit van het product. Een nadeel van gluten

is dat sommige mensen hier intolerant voor zijn (coeliakie), waardoor ze maag- en darmstoornissen (onder andere verstoppingen) krijgen. Nu zijn er wel glutenvrije granen op de markt, bijvoorbeeld teff, die geschikt zijn voor coeliakie-patiënten.

Soja is een veelbelovende bron van plantaardig eiwit, gelet op het hoge eiwit-aandeel (40 procent). Soja-eiwit wordt gebruikt in de industrie in de vorm van een concentraat (rond 70 procent eiwit) en een isolaat (circa 90 procent eiwit). Soja-eiwit heeft uiteenlopende functionaliteiten in voeding, zoals schuimvorming, gelering en emulsificatie, en wordt gebruikt in producten als bakkerijproducten, vlees, zuivel en babyvoeding. Eventuele nadelen van soja zijn de smaak (boonachtig) en textuur (zanderig) die kan optreden in sommige producten als gevolg van schommelingen in temperatuur en pH. Soja heeft ook gezondheidsbevorderende eigenschappen. Zo is in de VS het cholesterolverlagend effect van soja erkend door de Food & Drug Administration. In de EU is dit echter niet het geval.

Peulvruchten (bonen, erwten, kapucijners) hebben een beduidend lager eiwitgehalte dan soja. Ook bevatten peulvruchten bestanddelen die er voor zorgen dat de voedingseiwitten in het menselijk lichaam slechter worden verteerd. Het voordeel van peulvruchten, waarvan circa 90 procent wordt gebruikt als veevoer, is dat de GMO-discussie en de milieu-impact van soja (gekapt regenwoud) geen weerslag heeft op deze productgroep.

Aardappelen vormen ook een eiwitbron. Het leeuwendeel van de aardappeloogst is bestemd voor humane consumptie, hetzij als onbewerkt product, hetzij als verwerkte voeding (gewassen, geschild, diepvriesfrites et cetera). Een bepaald percentage wordt tot zetmeel verwerkt. In dit proces is aardappelleiwit een bijproduct. Dit eiwit heeft wel haar functionaliteit verloren vanwege de processing-parameters (hitte). Avebe-dochter Solanic is er wel in geslaagd om deze functionaliteiten te behouden door een innovatieve scheidingstechnologie (zie kader eerder in dit rapport).

### Dierlijke bronnen

Als dierlijk bronmateriaal voor industrieel eiwit wordt melk, kippeneieren en slachtafval gebruikt.

Eiwit afkomstig van koemelk bevat twee eiwitfracties. Caseïne is verreweg de grootste fractie (80 procent). Dit eiwit wordt in een extra gezuiverde vorm, als caseïnaat, gebruikt in vleeswaren en knakworsten. Ook worden caseïnaten verwerkt in babyvoeding. Omdat koemelkallergie vaker voorkomt onder zuigelingen, is er hypoallergene babyvoeding op de markt, waarbij het eiwit deels of geheel gehydrolyseerd is. Het resterende deel (20 procent) van het koemelkeiwit is wei, een bijproduct van de kaasproductie. Aanvankelijk werd wei-eiwit gebruikt als veevoer of zelfs geloosd. Inmiddels is wei-eiwit een waardevolle component dat onder meer wordt gebruikt als verdikkingsmiddel. Nog interessanter zijn mogelijke gezondheidsbevorderende functionaliteiten voor zowel caseïne als wei-eiwit. In een geïsoleerde en geconcentreerde vorm kunnen deze bioactieve peptiden de bloeddruk verlagen bij patiënten met

een te hoge bloeddruk. Ook zouden bepaalde peptiden een antibacteriële en antivirale werking hebben. Zo blijkt uit Spaans onderzoek dat bepaalde caseïnaten de kans op virale infecties onder kweekvis (zalm, forel) kan verkleinen. Het voordeel, aldus de onderzoekers, is dat deze caseïnaten een zeer lage toxiciteit hebben.

Collageen, dat wordt gewonnen uit botten en huiden, wordt overwegend gebruikt bij non-food toepassingen, zoals kunstweefsels. In de voedingsmiddelenindustrie wordt collageen alleen gebruikt als verpakkingsmiddel, om precies te zijn als velletje om de worst. Deze kunstdarmen vormen een goed alternatief voor natuurdarmen. Gelatine, dat uit collageen wordt geproduceerd, is een veelgebruikt eiwit in de voedingsmiddelenindustrie. Zoals de naam al doet vermoeden, heeft gelatine een gelerend effect. Daarnaast heeft het een waterbindend effect en wordt het ingezet om schuim te stabiliseren. Gelatine wordt ook gebruikt om dranken, bier, vruchtensappen en wijn, te zuiveren.



In eieren is ovalbumine de grootste (60 tot 65 procent) eiwitfractie. In de voedingsmiddelenindustrie wordt kippeneiwit gebruikt vanwege haar emulgerende, schuimvormende en gelerende eigenschappen. De schuimvormende werking van kippeneiwit is wel gebonden aan een bepaalde procestemperatuur. Zo

ligt de pasteurisatietemperatuur vaak lager (op 60 °Celsius) omdat anders de schuimvormende werking te niet wordt gedaan (denaturatie van ovotransferrin).

### **Microbiële bronnen**

Gist heeft een relatief hoog eiwitgehalte (tot maximaal 65 procent). De voedingsmiddelenindustrie gebruikt hydrolysaten van gistewitten als smaakstoffen in soepen, sauzen en brood. Het inzetten van giststammen om bepaalde eiwitten te produceren is eveneens een optie. Zo is de *Pichia Pastoris*-stam zodanig gemodificeerd dat het gelatine aan kan maken. Deze gelatine heeft als voordeel ten opzichte van dierlijke gelatine dat het geen beperkingen (vegetariërs, halal) oplevert voor voedingsmiddelenproducenten. Bovendien is er geen gevaar voor mogelijke contaminaties via dierlijk weefsel (zoals BSE).

### **Non-food applicaties**

Industriële eiwitten worden niet alleen in voeding verwerkt. Ze spelen ook in non-food producten en geneesmiddelen een belangrijke rol. Caseïnatenvoeren worden verwerkt in tal van non-food applicaties, zoals in verf of lijm waar het een bindmiddel is. In de jaren dertig vormde melkeiwit een belangrijke bron voor de textielindustrie die er (de duurdere) kleding mee maakte. Later drukte de introductie van goedkopere, synthetische vezels deze textielsoort uit de markt. In consumentenelektronica werden caseïnatenvoeren lang gebruikt bij de productie van zogenaamde schaduwmaskers van televisiebeeldschermen.

# Consumptie van eiwit

De mondiale vraag naar dierlijk en plantaardig eiwit zal de komende decennia fors toenemen. De verwachte bevolkingsgroei gekoppeld aan een welvaartsgroei en een toenemende verstedelijking in de opkomende economieën, zal de vraag naar eiwit fors doen toenemen. Het ziet er naar uit dat dierlijk eiwit ook in 2050 een onlosmakelijke component van de mondiale menukaart zal vormen. In dit hoofdstuk gaan we kort in op de factoren die de vraag naar eiwitrijke voeding sturen.

## 3.1 Groeifactoren

Er zijn ruwweg drie factoren die de vraag naar eiwit sturen: bevolkingsgroei, urbanisering en welvaartsgroei. Vanzelfsprekend heeft een toename van de bevolking gevolgen voor de consumptie van voeding in het algemeen en eiwit in het bijzonder. Welvaartsgroei leidt eveneens tot een stijging van eiwitconsumptie, met name van dierlijk eiwit.

### Bevolkingsgroei

Een belangrijke factor voor de consumptie van eiwit is het aantal monden dat gevoed moet worden. De komende veertig jaar zal het huidige aantal van zeven miljard met twee miljard zijn vermeerderd. Deze bevolkingsaanwas zal met name plaatsvinden

in Centraal- en Latijns-Amerika, Azië en Afrika. In de westerse landen, gekenmerkt door een hoog welvaartspeil, zal de bevolking slechts mondjesmaat toenemen. Ons land vormt hierop een uitzondering vanwege het verhoudingsgewijs hoge aandeel van de jongere populatie. Echter, de bevolking in Europa zal in zijn geheel afnemen van 727,7 miljoen (2010) tot 653,3 miljoen in 2050, aldus een prognose van UNFPA. Het spreekt voor zich dat de vraag naar eiwit zich het sterkst zal ontwikkelen in de landen waar de sterkste bevolkingsgroei zal plaatsvinden. De verwachte welvaartsgroei in deze regio's zal deze vraag nog eens versnellen.

### Urbanisering

Verstedelijking, in combinatie met een stijging van het welvaartspeil, leidt eveneens tot een ander levens- en dieetpatroon. Urbanisering is aan een wereldwijde opmars bezig. In 2008 leefde voor het eerst in de geschiedenis meer dan de helft van de wereldbevolking in steden. In 2030 zal dit zijn uitgegroeid tot 5 miljard. In Afrika en Azië zal deze verstedelijking het sterkst doorzetten. Urbanisering vaak verbonden met een stijging van het welvaartspeil (al zal het aanzicht van een stad als Lagos niet deze associatie opwekken), dus het hoeft geen nadelige factor te zijn. In ieder geval zorgt urbanisering voor een verschuiving van de dierlijke productie, waarbij producenten dichters tegen hun markt, lees de steden, aan gaan leunen. Tevens wordt de productie en verwerking geïntensiveerd, wat leidt tot een hogere en meer efficiënte productie.



**Vleesconsumptie (in kilogram per persoon)**

Land	2002	2000	1990	1980	1970	1961
Brazilië	82.4	81	50.2	41.7	30.8	27.8
China	52.4	49.9	25.8	14.6	9	3.8
Duitsland	82.1	83.5	96.1	95.9	78.1	63.8
Frankrijk	101.1	100.4	99.8	101.6	86.4	77.7
Groot Britannië	79.6	77.5	71.8	71	73	69.8
India	5.2	5	4.6	3.7	3.6	3.7
Nederland	89.3	86	85.3	72.6	59.7	45
Verenigde Staten	124.8	122	112.8	108.1	105.9	89.2
Zimbabwe	15.2	13.2	12.7	13.2	13.1	16.4

De onstuitbare opmars van vlees. In de meeste landen is de vleesconsumptie fors toegenomen. Een hoger besteedbaar inkomen, gekoppeld aan lage prijsniveaus in de supermarkt, hebben vlees hoog op de menukaart gezet. In sommige landen, de meeste Afrikaanse naties, is de vleesconsumptie op een vergelijkbaar peil gebleven. Bron: FAO (2004)

**Welvaart**

De welvaartsgroei in de opkomende economieën, zoals de BRIC-landen, resulteert nu al in een stijgende vraag naar dierlijk eiwit. De relatie tussen welvaarts-groei en het eten van meer vlees wordt onder meer geïllustreerd door twee ontwikkelingen naast elkaar te zetten: de groei van de wereldbevolking en de vleesconsumptie in de laatste veertig jaar. Hieruit blijkt dat de vleesconsumptie, lees het aantal kilo's per capita, fors is gestegen. Kwam vlees voor en kort na de Tweede Wereldoorlog slechts sporadisch op tafel, sinds de jaren zestig heeft vlees zich ontwikkeld tot basisvoedsel.

Sommige onderzoeken (Banse, Nowicki, Van Meijl, 2008) geven aan dat welvaartsgroei een belangrijker factor is voor de consumptie van dierlijk eiwit dan de bevolkingsgroei op zichzelf. Deze welvaarts-groei moet dan wel plaatsvinden. Ondanks het huidige onzekere economische klimaat voorzien de OESO en de Wereldbank een gemiddelde, wereldwijde economische groei voor de komende jaren (tot 2020). Zij geven echter niet aan welke percentages hiermee zijn gemoeid. In ieder geval zal de consumptiegroei van dierlijk eiwit voor rekening moeten komen van de opkomende economieën. In de ontwikkelde landen, zoals Nederland, heeft de consumptie van vlees

een plafond bereikt. In 2010 bedroeg de consumptie per hoofd van de bevolking 86,3 kilo per jaar. Dit betekende een daling van twee ons ten opzichte van 2009.

In de opkomende economieën zit nog rek in het volume. Omdat deze landen momenteel hun economische 'boom' beleven, nemen de welvaart, uitgedrukt in BNP, en het besteedbaar inkomen toe. Aangezien vlees in bepaalde culturen gekoppeld is aan de sociale status zal de vraag naar vlees toenemen, zoals we later in dit hoofdstuk zullen zien.

**3.2 Huidige vraag naar (dierlijk) eiwit**

De mondiale eiwitconsumptie is de laatste decennia gestegen, zoals gezegd door een bevolkingstoename en door een gestegen welvaartspeil. Dezelfde factoren die ook de toekomstige vraag zullen sturen. In 2008 bedroeg de vleesconsumptie circa 285 miljoen ton, wat neerkomt op 42 kilo per jaar per persoon. In de periode 1995-2005 nam dit volume met 1,5 procent per jaar toe. De mondiale visconsumptie is de laatste decennia eveneens fors gestegen. At de wereldburger in de jaren zestig een kleine tien kilo per jaar, in 2005 was dat al 16,4 kilo: een toename van meer dan vijftig procent.



Zuivel is eveneens een groeier, waarbij de mondiale consumptie per persoon is gestegen van 76 kilo in 1995 tot 82 kilo in 2005.

China is een belangrijke groeimarkt. Circa tien jaar geleden dronken vooral baby's en ouderen melk, hoofdzakelijk in poedervorm. Sinds de introductie van UHT-melk is de consumptie van melk en yoghurt explosief gestegen. Deze groei werd ook mede mogelijk door een betere distributie, onder meer gefaciliteerd door buitenlandse supermarktketens als Carrefour. In 2008 bedroeg de consumptie per hoofd 27 kilo.

#### China: groeimarkt ondanks melamineschandaal

Vergeleken met het 'wereldgemiddelde' van 80 kilo hebben de Chinezen nog wat in te halen: van de 1,3

Year	Total Meat, 000 Tons	Per Capita Meat, kg
1965	84,437	25.3
1970	100,624	27.2
1975	115,765	28.4
1980	136,682	30.8
1985	154,421	31.9
1990	179,958	34.1
1995	206,755	36.3
2000	235,121	38.6
2005	265,236	41.0
2010	296,199	43.3
2015	331,138	45.9
2020	368,316	48.6
2025	407,148	51.5
2030	447,475	54.6
2035	489,447	57.8
2040	533,234	61.3
2045	578,429	64.9
2050	624,530	68.8
1965-2005 Increase	214.1%	62.2%
2005-2050 Increase	135.5%	67.7%

Vlees maakt een onstuitbare opmars. Het volume groeit gestaag door de bevolkingsgroei en door de groeiende consumptie per hoofd.

miljard Chinezen (in 2008) drinkt een klein kwart regelmatig melk. Een miljard Chinezen moeten dus nog aan de witte motor. Aan de Chinese overheid zal het niet liggen: zij lanceerde in 2006 een nationale campagne die de zuivelconsumptie een duwtje in de rug moet geven. Twee jaar later gooide de melaminecrisis roet in het eten. Dit voedselschandaal, waarbij onder meer babyvoeding was besmet, leidde tot honderdduizenden ziektegevallen en zelfs doden (baby's). Doordat de vraag naar kindervoeding met zuivel, circa 15 procent van de Chinese zuivelmarkt, daalde, liep de sector zware klappen op. Dat gold met name voor de producenten waarvan de producten melamine bevatten. Naar verwachting duurt het enkele jaren voordat de Chinese consumenten het vertrouwen in zuivel(producten) hebben herwonnen.

Behalve dierlijk eiwitten is de vraag naar plantaardige eiwitten eveneens toegenomen. In geval van soja, gestegen van 100 miljoen ton in 1995 tot 200 miljoen ton in 2005, werd deze vraag voornamelijk gedreven door de vraag naar veevoer. De soja werd dus indirect geconsumeerd.

### 3.3 Verwachte vraag naar dierlijk eiwit (vlees)

Zoals eerder vermeld, zal de eiwitconsumptie de komende decennia fors toenemen. De verwachte groei van de wereldbevolking en een stijging van het welvaartspeil in opkomende economieën liggen hieraan ten grondslag. Dat de vraag en daardoor ook de prijs van eiwit omhoog zal gaan, ligt vast. Echter, het is nog onduidelijk hoe de verdeling tussen dierlijke, plantaardige en alternatieve eiwitbronnen uit zal vallen.

Volgens de FAO zal de graanproductie in 2050 ruim 50 procent hoger uitvallen dan de huidige opbrengst, om precies te zijn van 2,1 miljard ton naar 3 miljard ton. De vraag naar vlees zal zelfs hoger uitvallen: momenteel beslaat de wereldmarkt ongeveer 270 miljoen ton, in 2050 is deze als een raket doorgeschoten tot een volume van 470 miljoen ton. Een andere bron, de Amerikaanse agricon-

sultancy FarmEcon, heeft op basis van historische cijfers (van 1965 tot 2005) en schattingen van de populatiegroei en BNP-groei voorspeld op welk niveau de vleesconsumptie (en -productie) in 2050 zal vallen. De cijfers zijn niet echt bemoedigend: in 2010 bedroeg de wereldmarkt een kleine 300 miljoen ton, wat neerkomt op een consumptie per capita van de wereldburger van ruim 43 kilo per jaar. In 2050 zal de mondiale vleesmarkt zijn gegroeid tot 624 miljoen ton (ruim boven de FAO-schatting), waarbij de consumptie per hoofd van de wereldbevolking zal zijn toegenomen tot bijna 69 kilogram.

# Eiwitproductie

Nu ongeveer vaststaat dat de vraag naar dierlijk en plantaardig eiwit tot 2050 toeneemt, is het de vraag of onze planeet (milieu, mens en dier) aan deze behoefte kan voldoen. Volgens de FAO kan aan 90 procent van de vraag worden voldaan door de productiviteit te verhogen. De resterende 10 procent zou moeten komen door een uitbreiding van het landbouwareaal. Let wel, de FAO neemt hierin ook mee een stijgende behoefte aan biomassa voor non-food toepassingen, zoals biobrandstof. Het beslag op het landbouwareaal hoeft volgens de FAO niet spectaculair te stijgen. Dat neemt niet weg dat een forse uitbreiding van de veestapel (en het bijbehorende areaal voor veevoerproductie) zal leiden tot toenemende belasting voor mens, milieu en dier.

In dit hoofdstuk gaan we kort in op enkele, bepalende factoren voor de productie van eiwit. Met andere woorden, wat zijn de voorwaarden die moeten worden ingevuld zodat in 2050 de mondiale eiwitproductie kan voldoen aan de vraag?

## 4.1 Productiefactoren

In de literatuur wordt een aantal factoren genoemd die de productie van eiwit in positieve en in negatieve zin beïnvloeden. In dit rapport beperken we ons tot de belangrijkste, te weten: technologische ontwikkelingen, de beschikbaarheid en toegang tot productiemiddelen, de concurrentie met andere bestemmingen (brandstof, non-food), veranderende productieomstandigheden en sociale en culturele factoren.

### Technologische ontwikkelingen

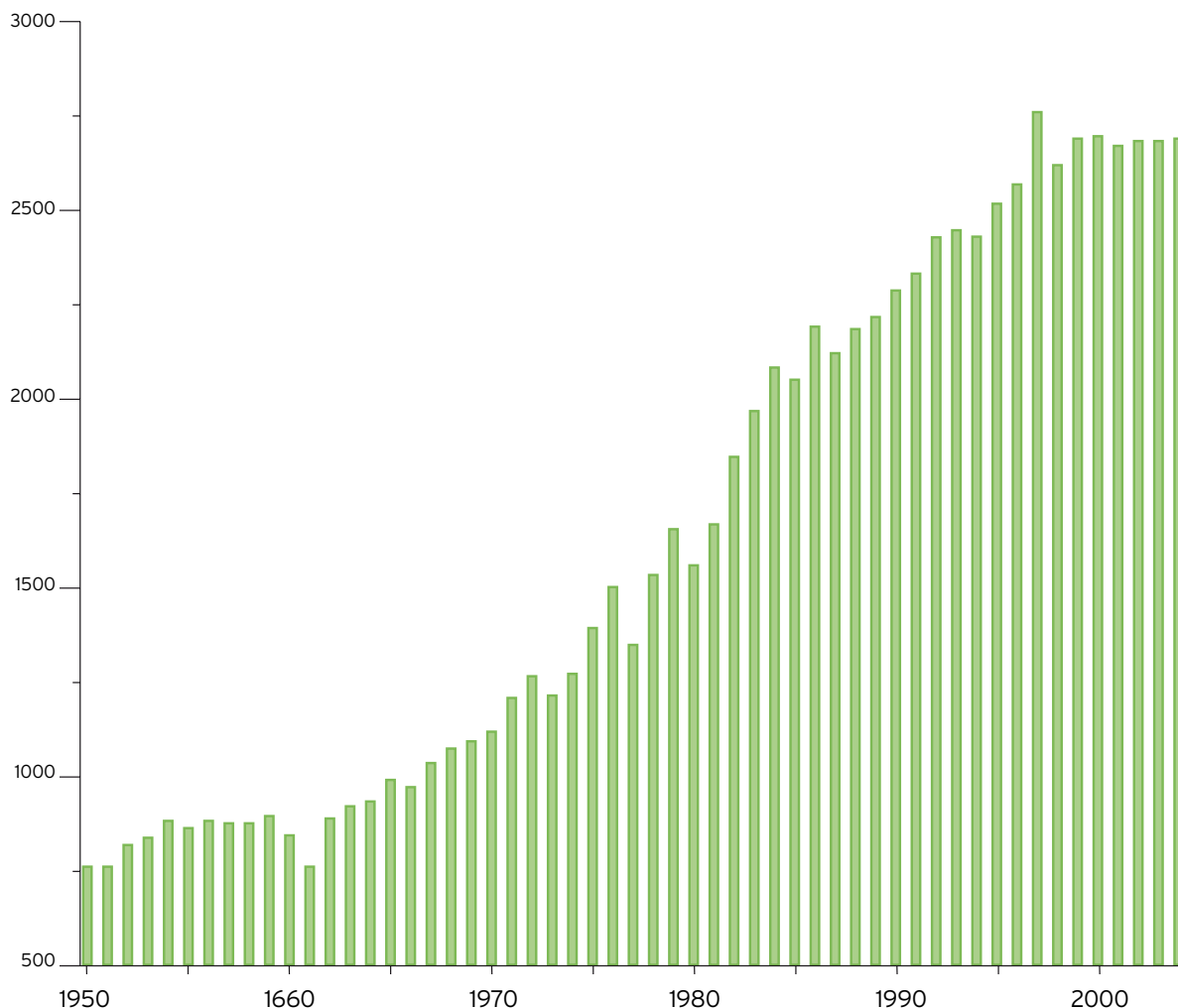
Zoals de FAO al aangaf, is de ontwikkeling van productieverhogende technologieën de belangrijkste factor in de productiepush van eiwit. De recente geschiedenis lijkt de organisatie hierin gelijk te geven. Tijdens de zogenaamde Groene Revolutie, die eind jaren zestig wereldwijd haar beslag kreeg, werd de productiviteit van landbouwgewassen omhoog gestuwd door het toepassen van bestaande

technologieën, onder andere op gebied van irrigatie, pesticiden, kunstmest en de introductie van nieuwe gewasvarianten met een hogere opbrengst. Zo nam de tarweoogst in ontwikkelingslanden in de periode 1950-2004 aanzienlijk toe.

Deze stijging kwam overigens ook deels tot stand door een hogere energie-input en een toenemend gebruik van herbiciden, pesticiden en kunstmest. Aangezien deze componenten deels uit olie worden geproduceerd, is de vraag of de afnemende wereldolievoorraden uiteindelijk zullen leiden tot een systeemcrisis. In ieder geval is inmiddels wel duidelijk dat er een correlatie is tussen olie- en grondstofprijzen. Gezien de eindigheid van olievoorraden en de groeiende vraag vanuit BRIC-landen is een structurele prijsstijging van grondstoffen en voeding te verwachten.

### Hogere opbrengsten

Gezien de eindigheid van bepaalde hulpbronnen, zoals fosfaat en olie, zal de focus deels moeten liggen op het veredelen/modificeren van planten- en dierrassen. In geval van planten zouden deze rassen op een efficiëntere wijze mineralen en grondstoffen om kunnen zetten in nutriënten of een hogere resistentie hebben tegen schimmels of insecten. In



De spectaculaire groei van de tarwe oogst (per hectare) in ontwikkelingslanden. Wel toont de grafiek aan dat deze groei is afgevlakt sinds de midden jaren negentig. Bron: FAO

de veeteelt kunnen dieren zodanig worden gefokt dat het vleesaandeel toeneemt. In de varkenssector is de laatste eeuw een ras gefokt waarbij de kwaliteit van het vlees, lees de hammen, doorslaggevend is geweest. Hetzelfde geldt voor melkkoeien: de Nederlandse melkveehouderij heeft de laatste 50 jaar de productie bijna verdubbeld terwijl de veestapel nagenoeg ongewijzigd is.

Bij de bovengenoemde ontwikkelingen moet wel een kanttekening worden gezet. Het doorfokken van dieren op bepaalde kenmerken kan conflicteren met hun welzijn. Gezien de verduurzaming van de vleesverwerkende sector is de vraag in hoeverre deze verdelingsmethoden worden geaccepteerd door diverse stake holders, zoals consumenten en



NGO's. In de plantenveredeling speelt onder meer de GMO-discussie. In sommige landen, zoals de VS, is genetische modificatie geen thema. In de EU is de markt nog niet rijp voor GMO's in voeding. Het is niet ondenkbaar dat de attitude van consumenten, ook in Nederland, zal wijzigen ten gunste van genetisch gemodificeerde gewassen.

Recent onderzoek, uitgevoerd door Wageningen UR, laat zien dat consumenten positiever staan tegenover genetisch gemodificeerde groente en fruit als die producten extra goed zijn voor de gezondheid. Echter, als consumenten kunnen kiezen tussen extra gezonde voeding van planten die genetisch gemodificeerd zijn en van planten die via kruisingen ontwikkeld zijn, hebben ze wel een duidelijke voorkeur voor de laatste. Overigens is het maar de vraag of deze consumenten dezelfde attitude hebben als blijkt dat genetische modificatie is ingezet om de productie te verhogen.

#### **Minder afval**

Minder controversieel is het thema van afval. Uit cijfers van de FAO blijkt dat wereldwijd een derde van humane voeding, inclusief eiwitten, wordt weggegooid. Het gaat hierbij om 1,3 miljard ton. Volgens Unido, the United Nations Industrial Development Organisation, gaat 60 procent van alle agf verloren tussen boerderij en consument. Bij granen schommelt dit percentage tussen 20 en 40 procent.

Het rapport maakt onderscheid tussen derving en verspilling van voeding. Derving bij productie, oogst, opslag en verwerking is het grootst in ontwikkelingslanden, terwijl verspilling een groter probleem is in geïndustrialiseerde wereld. Daar worden veel nog eetbare producten weggegooid.

Vanzelfsprekend kunnen technologische ontwikkelingen, bijvoorbeeld op gebied van verpakkingen (onder andere ademende materialen) of optimalisaties in de distributieketen, bijdragen aan een geringere derving. Technologie is echter niet zaligmakend. Er moet ook sprake zijn van een menta-

liteitsverandering onder alle actoren in de keten, producenten, retailers, cateraars en consumenten, waardoor onnodige verspilling tot een minimum kan worden beperkt.

#### **Beschikbaarheid en toegang tot productiemiddelen**

De productiemogelijkheden van voeding, in dit geval dierlijk en plantaardig eiwit, zijn afhankelijk van de beschikbaarheid en toegang tot productiemiddelen als land, water en voedingsstoffen. Ook immateriële productiemiddelen als de aanwezigheid van en toegang tot een kennisinfrastructuur spelen een rol. De productie van voeding concurreert op dit terrein met andere bestemmingen. Te denken valt aan woningbouw, recreatie, natuur of de productie van gewassen voor andere toepassingen (veevoer, energie, non-food).

#### **Grond**

In geval van grond is de teelt van energiegewassen een geduchte concurrent, tenminste in de VS is dit het geval. Momenteel wordt circa 2 procent van het areaal in de wereld gebruikt voor energiegewassen. Het is de vraag of deze ontwikkeling zich door zal zetten. Uit verschillende hoeken, zo ook uit het bedrijfsleven (Nestlé), is de kritiek opgeleaid tegen de fuel from food-benadering. De redenering is dat het moreel verwerpelijk is om brandstof uit voeding te produceren als de helft van de wereldbevolking honger lijdt. Anderzijds is er een tweede-generatietechnologie ontwikkeld waarbij brandstof wordt gewonnen uit de niet-eetbare plantdelen en de resterende biomassa verder wordt verwaard.

Behalve de productie van plantaardig materiaal voor brandstof zal een groei van de productie voor andere non-food toepassingen toenemen. Producten als bioplastics of plantaardige oliën voor de cosmetica-industrie zullen op termijn op aardolie gebaseerde tegenhangers moeten vervangen. De grote vraag is of het beschikbare areaal voor de productie van dierlijk en plantaardig eiwit kan worden uitgebreid. Uit een aantal studies blijkt dat het huidige areaal (1500 miljoen hectare akkerland, 2800 miljoen weidegrond)

in principe kan worden uitgebreid (tot respectievelijk maximaal 2800 en 3300 miljoen hectare). Dit is echter meer een theoretische uitbreiding omdat hierin geen rekening is gehouden met beperkingen op gebied van productiemiddelen (water) en kannibalisatie op natuur (ontbossing) en mens (minder leefruimte). Kortom, een aanzienlijk uitbreiding van het areaal is niet mogelijk. Daarmee zou de prognose van de FAO, 10 procent uitbreiding, tot het rijk der mogelijkheden behoren.

### Water

'We lopen de kans dat we eerder door onze watervoorraden zijn dan door onze olievoorraden.' In 2008 trok de toenmalige CEO van Nestlé, Peter Brabeck-Letmathe aan de bel. Nu al trekt de

bevolkingsgroei, gecombineerd met klimaateffecten, een zware wissel op de watervoorraden in landen als Rusland, India, maar ook in de VS. Deze tekorten hebben gevolgen voor milieu en voor mens. De verwachting is dat over 30 jaar de vraag naar water wereldwijd zal zijn toegenomen met 40 procent. De bevolkingsgroei, maar zeker ook de bijbehorende (industriële) activiteiten zullen meer watergebruik vergen. Onderstaande ontwikkelingen maken dat de beschikbaarheid en toegang tot geschikte watervoorraden sleutelfactoren zijn.

### (Toegang tot) kennis

Deze factor speelt in beperkende zin met name een rol in regio's met een gebrekkige kennisinfrastructuur en waar de mogelijkheid tot scholing van boeren en



werknemers beperkt is. Hierdoor zal het gebruik van (technologische) middelen die opbrengstverhogend werken, laag liggen. De laatste jaren hebben verschillende bedrijven, meestal multinationals, projecten opgezet om de teelt van bepaalde gewassen (thee, cacao's) te optimaliseren qua opbrengst, kwaliteit en milieu-impact.

### **Politiek/bestuurlijk**

Voedselhulp is een factor uit het politiek/bestuurlijke domein die een versturende factor kan zijn voor de productie van eiwit. Eind vorige eeuw werden grote hoeveelheden melkpoeder vanuit de EU gedumpt in ontwikkelingslanden. Hierdoor daalde de prijs waardoor lokale boeren geen stimulans meer hadden om meer te produceren.

Bijvoorbeeld, Jamaica schroefde begin jaren negentig de importtarieven voor melkpoeder omlaag en schafte tegelijkertijd subsidie voor lokale melkveehouders af. Zij moest dit wel omdat deze maatregelen waren verbonden met een lening van de Wereldbank. Het gevolg: in de jaren erna verviervoudigde de import van melkpoeder vanuit de EU. Dit heeft er voor gezorgd dat de Jamaicaanse melkveehouders werden weggeconcurrerd. Hierdoor is de lokale productie van melkeiwit aanzienlijk teruggevallen: van 27,5 miljoen liter in 1999 tot 17,8 miljoen liter in 2002.

### **Economisch**

De prijs van individuele componenten van een gewas heeft vanzelfsprekend gevolgen voor de mate en de kwaliteit van het gewonnen eiwit. Een focus op de extractie van oliën en andere componenten betekent dat andere componenten, zoals eiwit, als bijproduct worden gezien. Hierdoor zijn de processing parameters niet specifiek afgestemd op de winning van eiwit als primair product. In het licht van verwachte tekorten in de mondiale eiwitvoorziening (en gezondheidsvoordelen gerelateerd aan eiwitconsumptie) zien producenten van halffabricaten ook wel in dat eiwit een commercieel interessante grondstof is.

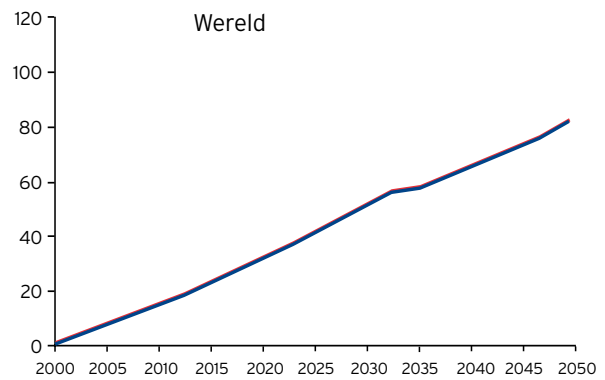
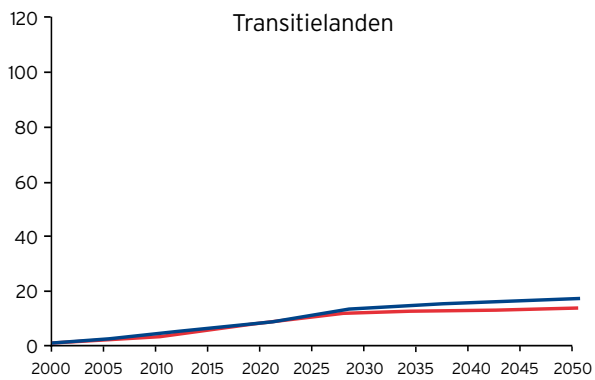
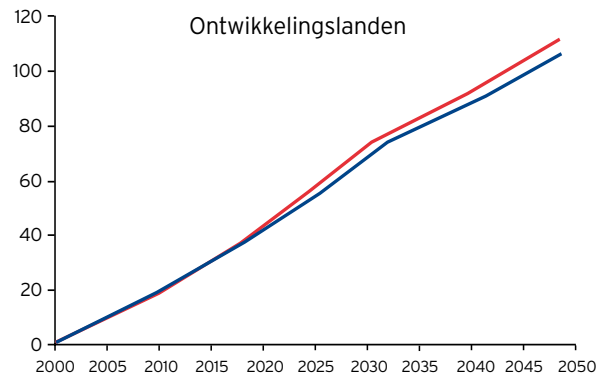
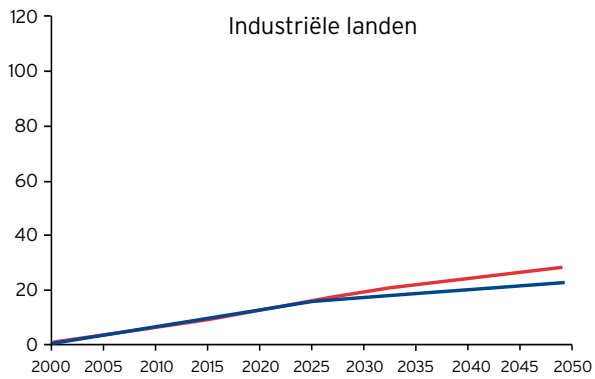
### **Sociaal/cultureel**

Beperkende factoren op sociaal-cultureel vlak hebben onder meer betrekking op onduidelijke verhoudingen (en ongelijkheid) over landrecht. In sommige landen is er ook sprake van een gewoonterecht, naast een formeel recht, om land te gebruiken. Dat kan leiden tot conflicten, maar is ook een obstakel voor lange-termijninvesteringen. Een andere beperking is dat vrouwen in sommige landen geen mogelijkheid hebben om land te kopen en/of overheidsleningen te krijgen. Dit gegeven drukt de productie van voeding, wat weer een grote impact heeft op de gehele voedselvoorziening. Immers, vrouwen in ontwikkelingslanden spelen een belangrijke rol in de agrifoodsector.

## **4.2 Productie voldoende voor 2050?**

Het samenspel van de bovengenoemde factoren zal uiteindelijk bepalen of de productie in 2050 kan voldoen aan de gestegen vraag naar dierlijk en plantaardig eiwit. In hoofdstuk 3 zagen we dat de vraag fors zal toenemen. Zodanig, dat een significante uitbreiding van het landbouwareaal niet mogelijk zal zijn. De groei in de productie zal dus moeten komen van een hogere opbrengst per hectare of per dier. Volgens de FAO lost opbrengstverhoging 90 procent van het probleem op. De resterende 10 procent zal uit landuitbreiding moeten komen. Vanzelfsprekend zijn er verschillende onzekerheidsfactoren aan verbonden, zoals gevolgen van klimaatverandering of concurrentie met andere bestemmingen. Het inzetten van nieuwe technologieën kan ook op weerstand stuiten, zie onder andere genetische modificatie of bestraling van voeding.

Duidelijk is wel dat een geconcerteerde aanpak nodig is waarbij de factoren adequaat worden ingezet. Puur de focus op één bepaalde factor, bijvoorbeeld technologie, is onvoldoende. Ook zaken als de invulling van handelsakkoorden, nationale wetgeving of het ontsluiten van kennis spelen een rol. Sterk verbonden met de mogelijkheid om voldoende voeding/eiwit te produceren in 2050 staat de vraag



Verwachte procentuele groei van de agrarische productie (blauw) en de vraag naar agrarische producten (rood). De FAO verwacht dat de groei van de agrarische productie voornamelijk uit ontwikkelingslanden zal komen. Zogenaamde transitielanden als China of India, die worden gekenmerkt door een verregaande industrialisering, zullen de laagste productiegroei laten zien. Bron: FAO

of onze aarde, natuur, dier en mens, deze productie aan kan. In dit hoofdstuk is al kort aangestipt dat bepaalde productiemiddelen, bijvoorbeeld water, olie, fosfaat, nu al schaars(er) zijn. Ook zijn nadelige gevolgen voor het milieu, zie verwoestijning van de bodem of eutrofiering van water, behoren eveneens tot de 'symptomen' van een geïntensiveerd agrifoodcomplex.



# Vlees en vis: milieueffecten en strategieën tot reductie

In dit hoofdstuk gaan we kort in op de milieueffecten van de productie van dierlijk eiwit en de voedselketen die hieraan voorafgaat. Ook wordt kort een (algemeen) scenario van 2050 geschetst. Gezien de onzekerheidsfactoren zou een gedetailleerde voorstelling te veel uit de lucht gegrepen zijn. Tot slot worden de strategieën belicht die de milieu-impact zouden moeten reduceren.

## 5.1 Vlees: de lange schaduw

In 2006 verscheen het FAO-rapport Livestocks long shadow. Hierin ging de VN-dochterorganisatie dieper in op de onstuitbare opmars van de vee- en vleesverwerkende sector. 'De mondiale vleessector groeit sneller dan welke agrisector dan ook. Wereldwijd zijn circa 1,3 miljard mensen afhankelijk van veehouderij

en vleesverwerking en het neemt circa 40 procent (in euro's, red.) van de mondiale agri-output voor zijn rekening', aldus het FAO-rapport.

### Landgebruik/bodemerosie

Dit succes heeft zijn prijs. Met name de primaire sector, de veehouderij, legt groot beslag op schaarse middelen zoals land en water. Ook is de sector



een belangrijke bron van broeikasgassen. Het land bestemd voor grazen beslaat een kwart van het ijsvrije oppervlak van de wereld. Hiertoe behoort ook land waarvoor geen andere bestemming (dan graasland) gevonden kan worden. Het landoppervlak dat wordt gebruikt voor voer (onder andere soja, granen) neemt ongeveer 70 procent van alle gewasproductie in.

De uitbreiding van landoppervlak voor vee en voer leidt tot ontbossing in bepaalde regio's. Circa 70 procent van het ontboste Amazone-woud wordt gebruikt als graasland, de rest is bestemd voor voerproductie. Deze verhouding wordt min of meer weerspiegeld in een recente studie waarin de rol van veehouderij en sojaproductie in het ontbossingsproces met elkaar worden vergeleken. Deze ontbossing heeft weer gevolgen voor de kwaliteit van de bodem en de variëteit van flora en fauna (biodiversiteit). Hoewel tropisch regenwoud circa 7 procent van het landoppervlak van onze planeet in beslag neemt, geeft het onderdak aan naar schatting de helft van alle soorten.

Ook voor de inwoners van het regenwoud heeft de uitbreiding van het areaal voor vee en voer gevolgen. Hun traditionele levenswijze kan in gevaar worden gebracht. In sommige gevallen zijn territoriale conflicten uitgebroken waarbij de oorspronkelijke inwoners met geweld zijn verwijderd van hun land. In 2009 kwam het in Peru tot een bloedige confrontatie tussen twee indianenstammen en de politie. Aanleiding van het protest waren plannen van de Peruviaanse regering om delen van het Amazone-woud open te stellen voor buitenlandse bedrijven, een initiatief gelieerd aan het Free Trade Agreement. Meer dan 30 indianen werden gedood.

Behalve het beslag op landoppervlak heeft de toename van veeteelt ook gevolgen voor de kwaliteit van de bodem. Van circa 20 procent van het graasland wereldwijd is de kwaliteit inmiddels verslechterd als gevolg van overbegrazing en

erosie. In drogere gebieden is een hoger percentage van het graasland verwoestijnd. Andere nadelige factoren, waarop hier niet nader wordt ingegaan, zijn eutrofiëring (door de uitspoeling van nutriënten) en vervuiling door het gebruik van antibiotica en gewasbeschermingsmiddelen.

### Broeikasgassen/water

Veeteelt en de veevoersector zijn ook goed voor 9 procent van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van alle aan de mens gerelateerde activiteiten. Zo is deze sector goed voor 65 procent van de uitstoot van N<sub>2</sub>O (lachgas) waarvan het opwarmingspotentieel bijna 300 hoger ligt dan van CO<sub>2</sub>. Andere emissies die samenhangen met de veehouderij zijn methaan en ammoniak.

De stikstofkringloop verdient nog een aparte vermelding. Jaarlijks wordt 80 miljoen ton stikstof uit de atmosfeer gehaald en als kunstmest toegepast in de landbouw, waarvan een groot deel voor de productie van veevoer. Dit veevoer, bijvoorbeeld soja(schroot), wordt vervolgens vervoerd naar gebieden waar vee wordt gehouden. Een deel van deze stikstof wordt vervolgens via de mest uitgespoeld in waterwegen. Dit stikstofoverschot in combinatie met fosfaat leidt tot algenbloei in meren en zeeën, waarbij het afstervingsproces van deze algen het zuurstof aan het water onttrekken. Deze waterwegen of kustgebieden noemt men ook wel dead zones.

Het watergebruik dat verbonden is aan de veehouderij, de groei van veevoergewassen en de verwerking (slacht) ligt eveneens hoog. De maat die hiervoor wordt gebruikt, is virtueel water. Deze terminologie wordt gebruikt om aan te duiden dat het water (grotendeels) niet meer aanwezig is in het eindproduct. Uit een onderzoek - er zijn ettelijke studies gehouden met wisselende uitkomsten - blijkt dat de productie van 1 kilo tarwe circa 1300 liter virtueel water kost. Voor dierlijke (eiwit)bronnen ligt deze conversie aanzienlijk hoger: voor 1 kilo eieren is 3300 liter nodig en voor 1 kilo rundvlees zelfs 15.500 liter.

## 5.2 Vis: schaarser en schaarser

De FAO heeft eveneens op een rijtje gezet wat de gevolgen zijn van wild gevangen vis en kweekvis. Ondanks dat de EU sinds de jaren tachtig heeft geprobeerd om overbevissing te voorkomen, is de visstand aanzienlijk gedaald. Circa 80 procent van de vis voor humane consumptie wordt volledig of zelfs meer dan volledig geëxploiteerd. Sinds het volume aan gevangen vis sinds het piekjaar 1990 elk jaar gestaag daalt, is het volume van kweekvis gestaag gegroeid. Deze vorm heeft ook negatieve effecten op het milieu.

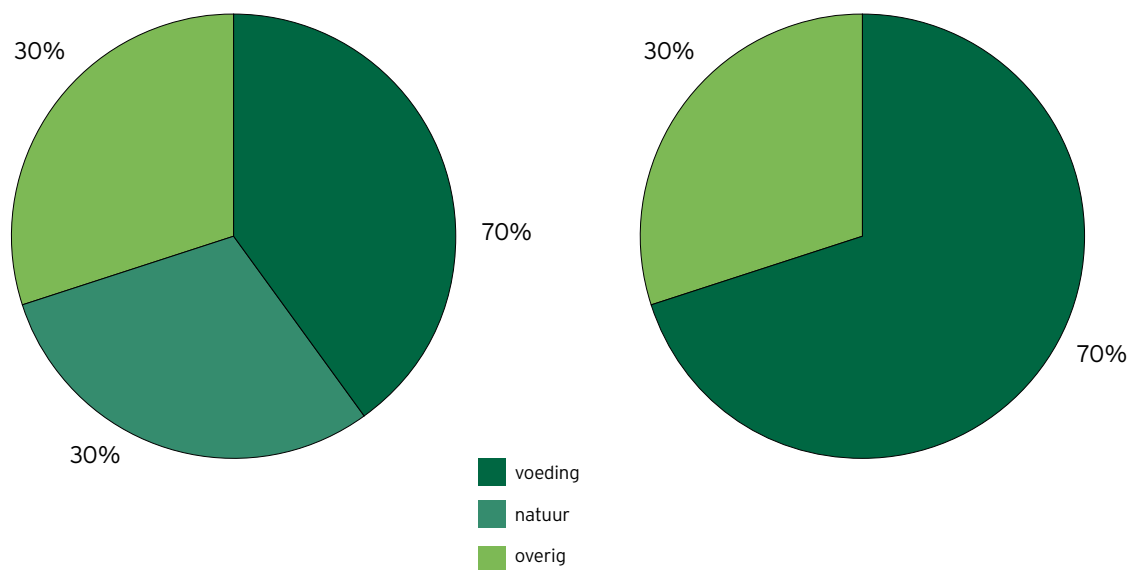
De grootste nadelen van overbevissing zijn onder meer: verlies aan biodiversiteit (ook door bijvangst), een reductie van de genetische variëteit binnen een populatie, schade aan de bodem, flora en fauna door gebruik van sleepnetten. Ook de visverwerking op zee brengt volgens de FAO schade toe aan het milieu, onder meer door het lozen van organisch materiaal (snij-afval) in open water.

Kweekvis is zoals gezegd in opmars. Zo neemt kweekzalm nu al 60 procent van de wereldmarkt voor zalm in beslag. De verwachting is dat dit aandeel door zal groeien. De kweek van zalm, die voornamelijk plaatsvindt in Chili en Noorwegen, kan nadelige gevolgen hebben voor het milieu. Zo kunnen faeces en de gebruikte chemicaliën (bijvoorbeeld pesticiden) het planten- en dierenleven op de bodem verstoren. Ziektes en/of parasieten kunnen via kweekvis worden overgedragen aan wilde zalm en vice versa. Ook wordt gebruik gemaakt van vismeel (circa 50 tot 60 procent) in fish feed. Gezien de druk op de visstanden vormt dit een extra belasting.

## 5.3 Implicaties voor het milieu in 2050

Gezien de verwachte groei van eiwitconsumptie, zowel van dierlijke- als plantaardige oorsprong, is het maar de vraag of milieu en dier deze toename aankunnen. Nu al adviseert de FAO om de milieu-impact van veehouderij te halveren. Wat dan als de veestapel in 2050 zal zijn toegenomen met 40 tot 50 procent?





Procentuele verdeling landbeslag aarde bij het huidige consumptiepatroon (links) en bij een rijk (rechts) consumptiepatroon. Geen droomscenario: het areaal voor bos en natuur moet worden opgeofferd voor voedselproductie. Bron: FAO

Volgens de auteurs van *De drijvende krachten achter het eiwit* zal bij de stijgende vraag en een gelijk blijvende opbrengst per hectare de natuur uiteindelijk moeten wijken voor landbouwgrond en grasland.

Aangezien het laatste geen optie is, moeten maatregelen worden genomen om dit te vermijden. Uit de literatuur blijkt dat er geen heilige graal is: het is meer een amalgaam van maatregelen, waarbij de focus tweeledig is: het reduceren van de impact van veehouderij, aquacultuur en de landbouw (feed) door hogere opbrengsten per dier, minder emissies per dier, betere irrigatie of het beschermen van bepaalde gebieden tegen nadelige gevolgen van veehouderij). De andere route is ruwweg te omschrijven als de eiwittransitie waarbij het consumptiepatroon verschuift van dierlijk naar plantaardig of alternatief eiwit. Vanzelfsprekend hoort hier ook bij de optie van minder eiwit eten in absolute zin.

#### 5.4 Mitigerende strategieën

De verwachte impact op mens, dier en milieu moet gereduceerd worden, wil de wereldbevolking in 2050 op een duurzame manier gevoed worden. In het

rapport 'The protein puzzle' worden drie strategieën behandeld:

1. Minder of ander dierlijke eiwitten consumeren
2. Efficiënter gebruik van resources
3. Productie met minder lokale impact

Optie 1 is logisch. Zoals we al hebben geconstateerd, ligt de eiwitintake in ontwikkelde landen hoger dan de aanbevolen hoeveelheid. Binnen de eiwitintake is het aandeel van dierlijk eiwit verhoudingsgewijs hoog. Aangezien met de consumptie van dierlijk eiwit ook verzadigd vet wordt geconsumeerd, zou een reductie ook kunnen leiden tot minder hart- en vaatziekten. Opmerkelijk is dat de auteurs van de Protein Puzzle niet vermelden dat de eiwitintake ook kan verschuiven richting plantaardig. We zullen hier in hoofdstuk 6 nader op in gaan.

Een efficiënter gebruik van resources (bodem, water) en grondstoffen, zoals stikstof en fosfaat, zou moeten leiden tot hogere opbrengsten en minder waste. Enkele voorbeelden zijn het verhogen van de voederconversie en beter management van mest en kunstmest.

Optie nummer 3 is gericht op de reductie van lokale impact, bijvoorbeeld het verminderen van antibioticagebruik onder dieren of het herstellen van gedegradeerd land.

In dit rapport laten we de tweede en de derde optie voor wat ze zijn. Gezien de focus van dit rapport, eiwit(transitie), zullen we in het volgende hoofdstuk dieper ingaan op optie nummer 1. Is het mogelijk om consumenten minder (dierlijk) eiwit te laten eten? Is een verschuiving mogelijk, waarbij consumenten dezelfde hoeveelheid eiwit binnenkregen, maar in toenemende mate van plantaardige origine? In het kader van de laatste (denk)richting zoomen we in op vleesvervangers, producten die deels of geheel zijn opgebouwd uit plantaardige of alternatieve eiwitten.

# Novel Protein Foods

In de overgang, de transitie, naar een dieet waarin dierlijke eiwitten deels worden vervangen door plantaardige of alternatieve eiwitten, spelen vleesvervangers of Novel Protein Foods (NPF's) een cruciale rol. Deze categorie leidde jaren een slapend bestaan, waarbij een select gezelschap, de Quorns en de Tivalls, de dienst uitmaakte. Anno 2011 zijn er ettelijke spelers, uiteenlopend van multinationals (FrieslandCampina met Valess) tot kleine nichespelers zoals Ojah of Meatless, die deze markt een behoorlijke push hebben gegeven. Inmiddels is de NPF-markt in Nederland goed voor een geschatte jaarmzet in foodretail van 70 miljoen euro.

Deze omzet steekt wel schril af tegen de miljarden euro's (in 2010 een kleine 3,7 miljard alleen al in thuisverbruik) aan consumentenomzet aan vlees. Qua volume blijft de vleesconsumptie ongeveer gelijk: de consumptie per hoofd van de bevolking bedraagt circa 43 kilo per jaar. In totaal kopen Nederlanders circa 415 miljoen kilo aan vlees en vleeswaren, waarvan circa 75 procent rood vlees en een kwart wit vlees. Blijft het aantal kilo's ruwweg gelijk, binnen de afzonderlijke vleessoorten vindt een verschuiving plaats richting lichter vlees (kip) en voorbewerkte of gemengde producten als gehakt, mengproducten en snacks.

## Zuivel, vis en eieren

Ook de Nederlandse consumptie van andere dierlijke eiwitten zit nog steeds in de lift. De intake van zuivel vormt hierop een uitzondering. Deze ligt, vergeleken met de ons omringende landen, al op een hoog niveau. Binnen de zuivelmarkt vindt vooral een verschuiving plaats van melk naar desserts, zuiveldranken en kaas. De consumptie van vis en eieren is in 2010 wel gestegen, zij het mondjesmaat: het volume in vis steeg met 1 procent tot een totaal van 58.000 ton. De eierconsumptie steeg met een half procentje.

Het nog bescheiden marktaandeel van NPF's, vergeleken met vlees, en de onverminderd hoge consumptie van dierlijk eiwit illustreren dat een gedeeltelijke overgang naar plantaardig/alternatief eiwit geen eitje is. Het aantal vegetariërs of veganisten in ons land is te gering om een substantiële doorbraak te realiseren. Anderzijds is er een middengroep in opkomst, de zogenaamde flexitariërs of vleesminderaars, die wel voldoende 'body' heeft.

In dit hoofdstuk gaan we in op de kansen en bedreigingen voor de NPF-markt, waarbij we ons beperken tot consument, milieu en technologische ontwikkelingen. Daarnaast besteden we kort aandacht aan alternatieve eiwitbronnen als algen, insecten en kweekvlees.

## 6.1 Consument: de opkomst van het middensegment

Of NPF's uiteindelijk gaan doorbreken, hangt in hoge mate af van de consument. Nu neemt het aandeel van vegetariërs onder de Nederlandse bevolking wel toe. In twee jaar tijd (van 2003 tot 2005) steeg het percentage van 3,5 naar 4,5. Volgens andere bronnen, onder meer de Nederlandse Vegetariërsbond, schommelt het totale aantal vegetariërs rond de 750.000. Dit zou betekenen dat het aandeel inmiddels is gestegen tot boven de 10 procent.

**Kwart eeuw vleesvervangers**

- 1985: Quorn goedgekeurd door Britse overheid
- 1985: Tivall opgericht in Israel
- 1991: Opstart van Vivera
- 1995: Oprichting Varkens in Nood
- 2001: Aanbeveling Gezondheidsraad: 0,8 eiwit per kg lichaamsgewicht
- 2002: Marianne Thieme richt Partij voor de Dieren op
- 2005: Campina lanceert Valess
- 2006: Meatless (hybride) op de markt
- 2006: An Inconvenient Truth, film met Al Gore over global warming
- 2008: LNV: Verkennende Eiwitdialoog
- 2008: Campagne Eat Green van de Nederlandse Vegetariërsbond
- 2008: Drift-rapport: De Eiwittransitie, 30 jaar issue, kans op take-off
- 2008: Blonk rapport Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten
- 2008: Programma Innovatie Eiwitketens (PIEK)2009: Nota Duurzaam Voedsel (LNV)
- 2009: LNV stelt 1,7 miljoen euro beschikbaar voor onderzoek/ontwikkeling Novel Protein Foods
- 2010: Ojah introduceert Beeter (100% plantaardig)
- 2010: Geschatte jaaromzet NL-retailmarkt voor vleesvervangers: 70 miljoen euro
- 2010: Albert Heijn krijgt prijs Goede Voeding voor AH Extra Mager Gehakt
- 2010: Een inventarisatie van de eiwitkennismarkt (Bridge2Food)
- 2010: De Drijvende Krachten achter het Eiwit (CLM iov LNV)
- 2011: Sligro biedt insecten aan als vleesvervanger
- 2011: The Protein Puzzle (PBL)
- 2011: Mix & Match, Versnellingskamer: Eiwittransitie geconcretiseerd
- 2011: Remko Boom, benoemd als Hoogleraar Duurzame Structurering van Levensmiddelen Wageningen UR
- 2011: Einde verkennende eiwitdialoog
- 2011: EL&I start Versnellingsagenda voor Eiwitinnovaties
- 2011: Plus Supermarkten introduceert Lekker, Mager en Duurzamer assortiment
- 2011: Unilever start in algen als vleesvervanger

Een aantal landmarks op gebied maatschappij, politiek, onderzoek en productontwikkeling die de evolutie van vleesvervangers in directe en indirecte heeft beïnvloed.

Aangenomen mag worden dat deze groei wordt gedreven vanuit drie motieven: milieu, dierwelzijn en gezondheid. Vlees is de laatste jaren niet echt vaak positief in het nieuws gekomen, neem de maatschappelijke discussie over dierwelzijn (intensieve houderij), onverdoofde castratie et cetera), aandacht voor ongewenste milieueffecten en mogelijke gezondheidseffecten (zoönoses, intake verzadigd vet, cholesterol). Hierbij moet wel worden aangetekend

dat de vleesconsumptie behoorlijk resistent is tegen externe effecten.

Eerdere crises, zoals BSE of varkenspest, leidden aanvankelijk tot scherpe dalingen in de consumptie van de betreffende vleessoort om vervolgens weer terug te veren tot het oorspronkelijk niveau. Deze 'weerbaarheid' van de vleessector illustreert hoe sterk de productie en consumptie van dierlijk eiwit



met onze eetcultuur is verweven. Dit heeft deels te maken met een sterk ontwikkelde vlees- en zuivelsector die ook vanuit de politiek werd ondersteund (zie ook het economisch belang). Ook zijn er culturele waarden verbonden aan het eten van vlees, zoals de associatie met stoerheid of superioriteitsgevoel. Volgens recent onderzoek zijn deze waarden wel minder sterk verbonden met vlees dan eerst werd aangenomen.

#### **Heterogene groep**

Nu heeft de aandacht voor vlees en de milieu-, gezondheids- en dierwelzijnsaspecten van de houderij en productie wel geleid tot een hogere bewustwording van de consument. Toegegeven, er is nog steeds een behoorlijk grote groep vleesadepten (26,5 procent) die hun lapje of pootje maar moeilijk kunnen opgeven. Deze groep is echter aanzienlijk kleiner dan de middengroep (tussen vleesminnaars en vleesmijders (4 - 10 procent)) die bestaat uit consumenten die minder vlees willen eten. Deze vleesminderaars vinden vlees eten niet vanzelfsprekend en denken hier meer of minder bewust over na.

#### **Gezondheid, prijs en smaak**

Gezondheid, smaak en prijs (betaalbaarheid) zijn de belangrijkste koopmotieven bij het kopen van voeding, zo blijkt uit de peiling Consument en Voedsel (Wageningen UR, 2009). Deze motieven resulteren in concrete aankopen: consumenten die meer op gezondheid letten, kopen verhoudingsgewijs meer vis en groenten en fruit. Prijsbewuste consumenten laten hun koopgedrag meer sturen door aanbiedingen. Factoren als milieu, dierwelzijn, rechtvaardigheid (onder andere Fair Trade) en ambachtelijkheid spelen niet of nauwelijks een rol bij de aankoop. Slechts 4 procent koopt voeding op basis van de bovenstaande aspecten. Een iets grotere groep staat open voor deze argumenten, maar wil wel dat deze producten betaalbaar zijn. De grote meerderheid hecht hier nauwelijks waarde aan. Zij vinden milieu, rechtvaardigheid en dierwelzijn een zaak van de overheid en het bedrijfsleven.



Volgens het LEI-rapport heeft de middengroep wel een heterogener profiel dan de mijders en de 'lovers'. Niet alleen zijn er grote verschillen in de mate waarop men afstand doet van vlees, ook doen zij op verschillende manieren. Sommige minderaars wisselen vleeshoudende maaltijden af met vegetarische maaltijden. Anderen beperken juist hun vleesconsumptie door per maaltijd minder vlees te eten. Aangenomen mag worden dat de motieven van vleesminderaars om te minderen, ook uiteenlopen (van milieu tot gemak, van gezondheid tot dierwelzijn).

Het heterogene karakter van het contingent vleesminderaars stelt wel uitdagingen aan de wijze waarop deze groep benaderd moet worden, bijvoorbeeld met voorlichtings- en/of marketingcampagnes. Het scheppen van een duidelijk beeld of imago van de minderaar, zie de analogie met de Bob-campagne, zou kunnen bijdragen aan de normalisering van minder vlees eten. Vanzelfsprekend zou zo'n campagne ook in moeten gaan op bepaalde veronderstellingen omtrent vleesconsumptie die momenteel de transitie in weg staan, zoals de vermeende onmisbaarheid van vlees (in voedingskundige zin) of de milieu-impact van vleesproductie die met name door vleesadepten niet als zodanig wordt (h)erkend.

## 6.2 Minder vlees: wat zijn de opties?

Dit hoofdstuk richt in eerste instantie op Novel Protein Foods. Dat wil echter niet zeggen dat deze productgroep de enige optie is om vleesminderaars te bedienen. In deze paragraaf gaan we kort in op de verschillende productconcepten.

### Plantaardige vleesvervangers

Deze groep, waarbij het product voor 100 procent bestaat uit plantaardige ingrediënten, waaronder eiwitten, scoort op gebied van milieu-impact het best. Qua huidig marktaandeel (gericht op vleesminderaars) wordt deze groep verhoudingsgewijs laag ingeschat. Het zijn overwegend vegetariërs die deze producten kopen. De consumenten die zo nu en dan een vleesloos alternatief willen, kopen

weliswaar met enige regelmaat een vleesvervanger, maar het aantal herhalingsaankopen ligt te laag. In de literatuur worden productintrinsic aspecten als (een tegenvallende) smaak en textuur vaak genoemd als factoren die de verkoop belemmeren. Het leeuwendeel van de consumenten benchmarkt vleesvervangers of NPF's met vlees. Hij gebruikt daarvoor sensorische parameters zoals een sappige bite of een mooi bruine kleur. Een ontwikkeling die de omzet van 100 procent-vervangers een duw in de goede richting heeft gegeven, is de opkomst van producten die de sensorische beleving van vlees zeer goed benaderen (zoals de producten van Ojah en Vegetarische Slager). Maaltijden waar het vlees 'onzichtbaar' is, bijvoorbeeld in lasagne, op pizza's, in salades of in wraps, lenen zich goed om vervangers te introduceren zonder de sensorische kwaliteit negatief te beïnvloeden.

### Hybride concepten

De bovenstaande ontwikkeling waarbij vlees meer en meer als maaltijdcomponent wordt gebruikt, speelt ook de ontwikkeling van hybride producten in de kaart. Het voordeel van dit concept is dat het nog steeds op vlees leunt. Dit betekent dat hybride producten qua fysieke verschijningsvorm (als worst, gehakt etc.) en qua smaak en textuur nauwelijks afwijken van de '100 procent-vlees'-variant. Hierdoor kunnen deze producten als het ware ongemerkt in het voedingspatroon instromen. Een bijkomend voordeel - dit geldt vanzelfsprekend ook voor plantaardige vleesvervangers - is dat hybride producten minder vet en als zodanig kunnen worden vermarkt, zie bijvoorbeeld extra mager gehakt van Albert Heijn, waarmee het de Jaarprijs Goede Voeding won in 2010.

### Maaltijden of kant-en-klaar concepten met minder (of geen) vlees

Behalve vleesproducten die voor een deel zijn opgebouwd uit plantaardige eiwitten zijn er ook totaaloplossingen, zie kant-en-klaarmaaltijden of vergelijkbare concepten, waarbij de associatie met vlees minder sterk is. Noem 'boerenkool' en de

**Beeter: alleskunner in de keuken**

'Verhip, het lijkt wel kip!' Deze gedachte kwam spontaan op bij de makers van Beeter: Frank Giezen, Jeroen Willemsen en Wouter Jansen. Beeter was eigenlijk het hersenkind van Giezen. Deskundig op gebied van synthetische polymeren, vroeg hij zich af of hij deze kennis kon inzetten om een organisch product te maken. 'Uiteindelijk zijn we na veel geëxperimenteer op Beeter uitgekomen, waarbij we sojameel van duurzame teelt als basis hebben gebruikt', zegt Willemsen. Ondanks het

'verhipmoment' heeft het drietal nooit geprobeerd om een op kip gelijkend product te maken. 'Beeter is een geheel nieuwe categorie plantaardige vleesalternatieven waarmee je in de keuken vrijwel alles kunt doen. Je kunt het stoven als draadjesvlees, bakken als een hamlap, grillen of pochieren. You name it.' Volgens Willemsen is het verstandiger om plantaardige alternatieven op vlees niet te positioneren als een vleesvervanger. 'Smaak is een belangrijke factor, maar deze kun je beïnvloeden door te marinieren en/of bepaalde kruiden toe te voegen. Textuur is echter een hardere noot om te kraken. Vlees heeft een vezelstructuur die moeilijk, zo niet onmogelijk te kopiëren is. En het is niet gezegd dat wanneer je daarin slaagt, je ook een lekker product krijgt dat ook nog eens goed verwerkbaar is. Ojah heeft er dan ook voor gekozen om niet de structuur te imiteren. Wij gaan voor een malse sappige beet en een opschaalbaar proces. Zeker, producten op basis van Beeter zien er aan de buitenkant uit als vlees en hebben de beleving van vlees. Maar snij ze door en je ziet dat het geen vlees is.' Inmiddels wordt Beeter verwerkt in producten van de Vegetarische Slager in Den Haag. Het Belgische Vegabites maakt er sauzen en quiches van. Ook voeren enkele restaurants Beeter, compleet met logo, op hun menukaart. 'We leveren nu (augustus 2011) nog uit voorraad. Op 3 oktober openen we onze gloednieuwe fabriek in Ochten. Vanzelfsprekend werken we hard aan een 2.0-versie van Beeter, waarbij we andere eiwitbronnen aanboren.'

associatie met vlees, (rook)worst is snel gelegd. Bij andere concepten, zoals quiches, wraps of tortilla's leggen consumenten dit verband minder vaak. Dit opent perspectieven voor producenten om vleesloze of hybride producten in deze concepten te verwerken.

**Minder belastende vlees- en vissoorten**

Een verschuiving van de vleesconsumptie richting andere vleessoorten zou ook kunnen bijdragen tot een reductie van de impact op milieu en gezondheid. Zo heeft met name de Nederlandse kip een lagere milieubelasting dan rund- en varkensvlees. Het is daarbij wel de vraag of deze verschuiving, die in Nederland al heeft plaatsgevonden, niet zorgt voor een marginale impact op het milieu. Wellicht dat de situatie anders is in landen waar de vleesconsumptie nog in de lift zit.

**6.3 Kritische succesfactoren NPF's**

Eerder zagen we al dat gezondheid, prijs en smaak de belangrijkste motieven zijn bij de aankoop van voeding. Specifiek voor NPF's geldt dat consumenten deze producten eerst moeten accepteren. Binnen het PROFETAS-programma is deze acceptatie nader onderzocht, waarbij is gekozen voor een multidisciplinaire aanpak. Immers, de acceptatie is afhankelijk van diverse aspecten op verschillende deelgebieden (sociaal, psychologisch, fysiologisch, aanbod et cetera). Een eerste horde voor NPF's die moet worden genomen, zijn de houding en opvattingen van vleesminderaars ten opzichte van deze producten. Over het algemeen scoren deze producten laag op 'sensorische aantrekkelijkheid' en bekendheid. En deze factoren zijn juist belangrijk voor consumenten

**'Geen nicheproduct'**

Henk van den Bovenkamp startte in 2010 Lusence op. Zijn bedrijf verkoopt het B-2-B-product Meatless (zie het profiel van Meatless) onder het merk Lustice als consumentenartikel op de retail- en out-of-home markt. 'Ik werkte eerst als sales manager bij Urschel (machinebouwer voor de voedingsmiddelenindustrie, red.), waardoor ik een goed netwerk had opgebouwd in verschillende sectoren waaronder de vleesverwerkende industrie. Zo kende ik Jos Hugense al langer. Bovendien had ik meer dan voldoende kennis van snij- en mengtechnieken. Deze zijn essentiële elementen in de productie van vleesvervangers.'

Het laatste laat Van den Bovenkamp wel over aan zijn toeleverancier. Lustice, qua smaak en textuur vergelijkbaar met kip, is puur gericht op de consumentenmarkt. 'We richten ons op flexitariërs, mensen die regelmatig vlees willen laten staan en op zoek zijn naar gezonde, duurzame alternatieven. Een product puur voor vegetariërs zou een nicheproduct voor een nichedoelgroep zijn. Dat is niet interessant.'

Inmiddels ligt het product, dat bestaat uit lupine, water en zeewier, in de diepvriescasten in verschillende vestigingen van de supermarktketens Deen en MCD. Ook belevt hij het cateringbedrijf Albron en verscheidene horecagroothandels. 'We zijn nu ook met Albert Heijn in gesprek.'

Volgens Van den Bovenkamp is de markt voor vleesvervangers de laatste jaren fors gegroeid. Hij gelooft dat verdere groei mogelijk is, op voorwaarde dat deze producten zich duidelijk profileren. 'We onderzoeken of we het fysieke product en de verpakking niet meer onderscheid mee kunnen geven. Daarnaast speelt het prijsverschil ten opzichte van vlees ook een rol. Momenteel liggen de vleesprijzen, met uitzondering van rundvlees, nog laag. Daar gaat wel verandering in komen. Als je Lustice nu vergelijkt met de prijs van biologisch/vrije uitloop kip, dan is er nauwelijks verschil.'

**Milieu-impact vleesvervangers**

De milieu-impact van plantaardige eiwitten is vaak lager dan van dierlijke eiwitten, aldus Hans Blonk. Blonk's bureau, BMA, onderzocht in 2008 de gevolgen van een verschuiving in de eiwitconsumptie voor milieu, dierwelzijn en bedrijfskolom. 'We hebben in het rapport vooral de nadruk gelegd op het broeikaseffect, ruimtebeslag en mogelijke biodiversiteitseffecten. Grosso modo kun je stellen dat het milieu beter af is met een lagere consumptie van dierlijke eiwitten en een hogere consumptie van plantaardige eiwitten. De mate van dit verschil is wel afhankelijk van het product waarmee je het (deels) plantaardige alternatief vergelijkt. Een plantaardige vervanger van Braziliaans rundvlees heeft een grotere milieu-impact dan van Nederlands rundvlees.'

Voor bepaalde milieu-parameters heeft kip een vergelijkbare milieubelasting als tofu.' Volgens Blonk is de primaire sector, de houderij of de teelt van voedergewassen), verantwoordelijk voor de grootste milieubelasting. 'De verwerking kan ook een behoorlijke impact hebben. Het kost vaak de nodige energie om eiwitten te isoleren uit plantaardige bronnen. Daarbij maakt het verschil of deze energie fossiel of biotisch is.' In een vergelijking tussen verschillende vleesvervangers blijkt dat bepaalde ingrediënten op specifieke milieuparameters een grote invloed hebben. Zo heeft soja een grote impact op landgebruik en (verlies aan) biodiversiteit. Ingrediënten van dierlijke oorsprong als kippenei-eiwit of melk hebben een bovengemiddeld broeikasuitstoot per kilo eiwit.

die vaker vlees eten (en willen minderen). Vervolgens moeten consumenten NPF's ook herkennen als volwaardige alternatieven voor vlees. Een bepaalde gelijkenis tussen de NPF en het referentieproduct, het vlees, helpt hen daarbij. Tevens bleek dat consumenten gemakkelijker deze link leggen bij bewerkte producten, zoals worst of stukjes vlees, en moeilijker bij vers vlees (hamlappen, karbonades et cetera). Nu is dit onderzoek wel een jaar of zes oud. Inmiddels is de kwaliteit van vleesvervangers (smaak, textuur) aanzienlijk beter. De derde voorwaarde is dat de NPF's een vergelijkbare productbeleving moeten hebben. Dit heeft betrekking op de sensorische aspecten (smaak, textuur), maar ook op fysiologische aspecten zoals verzadiging.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de verzadigende werking van vleesvervangers met een verhoudingsgewijs laag eiwitgehalte minder verzadigen dan vlees. Omgekeerd hebben vleesvervangers met een hoger eiwitgehalte dan vlees juist een meer verzadigend effect. Aangenomen mag worden dat een vergelijkbaar/meer verzadigend effect de acceptatie van een NPF eerder zal bevorderen. Smaak en textuur spelen eveneens een rol. Op de texturele aspecten komen we later terug. Smaak is een issue voor zover het dierlijke eiwit een off-flavour heeft. Een goed voorbeeld is zuivel op basis van soja die wordt gekenmerkt door een boonachtige smaak. In geval van een volledige vleesvervangers (en in minder mate hybride producten) geldt dat de smaak vaak wordt gemaakt door marinades en/of kruiden. Als een NPF is verwerkt in een saus, neem een bolognese, is de smaak deze component niet doorslaggevend. Tot slot moeten vleesvervangers ook over langere termijn worden gegeten. Gaan deze binnen een bepaalde tijd vervelen, blijven herhalingsaankopen uit. Uit onderzoek blijkt dat consumenten NPF's die meer lijken op vlees, aanvankelijk hoger waarderen dan NPF's zonder vleesreferentie zoals tofu. Op langere termijn - na 20 porties - werden juist de NPF's die minder op vlees beter gewaardeerd. Ook hier een punt van nuancering: dit onderzoek is gebaseerd

op eerste en tweede generatievleesvervangers. Inmiddels zijn er ook derde generatieproducten zoals Beeter of Meatless.

### Prijs

Hoewel niet expliciet aangehaald als een kritische succesfactor in de literatuur speelt prijs, of beter gezegd het prijsverschil tussen NPF's en (biologisch) vlees, een rol in de acceptatie en aankoop van het product. Uit de Supermarktmonitor Vlees en vleesvervangers (2009) blijkt dat het prijsverschil tussen vlees, biologisch en vleesvervangers (vegetarische alternatieven) kan oplopen tot 280 procent. Dergelijke prijsverschillen hebben een drukkend effect op de verkopen, zie ook de prijsverschillen tussen gangbare en biologische kip. Op gebied van promoties vindt de meeste activiteit (89 procent van alle promoties) plaats in gangbaar vlees. De verwachting is wel dat het prijsniveau van vlees en vleeswaren de komende jaren zal stijgen, deels door een toenemende vraag vanuit de opkomende economiën. Hierdoor zal het prijsniveau van NPF's en vlees dichterbij elkaar komen te liggen. In de vergelijking tussen NPF's en biologisch vlees scoren beide concepten vergelijkbaar qua prijs. Het bovenstaande onderzoek is uitsluitend gericht op retail. In het out-of-home kanaal, restaurants/catering gelden andere wetten. Spelers als Albron, die hun activiteiten willen verduurzamen, staan open voor producten die dier en milieu minder belasten. 'We doen hier actief aan mee', aldus Henk Voormolen, directeur duurzamer ondernemen bij Albron. 'In sommige gevallen, zoals bij overheids catering, gaat eIWITtransitie hoogstwaarschijnlijk ook meegenomen worden in de contractbesprekingen. In de concept-criteria voor duurzaam inkopen van catering is een plan van aanpak voor de vermindering van dierlijke eiwitten met minimaal 5% per jaar opgenomen als gunningscriterium.'

## 6.4 Texturering

Van alle sensorische aspecten die van belang zijn voor de consumentenacceptatie door vleesminderaars is textuur de hardste noot om te kraken. Vlees heeft een vezelachtige, anisotropische structuur waarbij de vezels op nanoschaal op een hiërarchische wijze met elkaar zijn verbonden. Dit maakt dat vlees een sappige bite heeft die typisch is voor vleesproducten. Het probleem van de vleesvervangers van het eerste uur was dat deze qua textuur in zijn geheel niet leken op vlees. Doordat bepaalde componenten, zoals koolhydraten, meer vocht vasthouden, waren deze producten vaak droger of juist sponsachtiger, zoals in geval van tofu.

Nu is dit gegeven minder problematisch als de doelgroep is beperkt tot vleesmijders. Echter, vleesminderaars zullen daar over het algemeen geen genoeg mee nemen. Vandaar dat bedrijven en onderzoeksinstituten de laatste jaren toegepast en fundamenteel onderzoek hebben verricht naar nieuwe manieren om plantaardige en dierlijke eiwitten zodanig te structureren om meer op vlees gelijkende NPF's te ontwikkelen. Eén zo'n bedrijf is Ojah. Deze onderneming heeft een plantaardig product ontwikkeld, Beeter, dat op basis van afschuiving wordt geproduceerd. 'Temperatuur en druk zijn de bepalende procesparameters', aldus Jeroen Willemsen van Ojah. Als plantaardige bron gebruikt Ojah non-GMO soja. Daarnaast onderzoekt

### Spekkoper met vetvervanger



Jos Hugense komt van origine uit de vleesverwerkende industrie. Samen met zijn oudere broers runde hij Hubro in Goes. De gebroeders Hugense verkochten het bedrijf, dat onder meer worst en slachtproducten verwerkte, in 2006 aan Zwanenberg Food Group. 'Mijn broers waren op een leeftijd dat ze afscheid wilden nemen van de sector. Ik was er zelf ook wel een beetje klaar mee. Nadat we in 2002 voor de tweede keer een BSE-crisis hadden meegemaakt, besepte ik dat onze business extreem gevoelig was geworden voor externe omstandigheden. Je kon het nog zo goed doen, als er een crisis a la BSE of de varkenspest uitbreekt, ben je aan de goden overgeleverd.' Jos gooide na de verkoop van Hubro het roer om. In een voormalige industriële bakkerij startte hij Meatless. Doel van de nieuwe onderneming was het ontwikkelen en produceren van een vetvervanger. Sommige vleessoorten

hebben een te hoog percentage verzadigd vet. Kun je een deel hiervan vervangen zonder de smaak en de textuur nadelig te beïnvloeden, ben je spekkoper. 'We hebben een jaar gezocht naar een geschikte grondstof. Uiteindelijk zijn we uitgekomen bij lupine(meel). Door deze op een bepaalde manier te vermengen met water ontstaat een puur plantaardig product dat je in een vleesmengsel of als een 100 procent vleesvervanger kunt gebruiken. Het mooie van lupine is dat het nagenoeg alle aminozuren bevat die een mens nodig heeft en dat het het cholesterolgehalte en de bloeddruk kan verlagen. Bovendien geven de voedingsvezels een verzadigend gevoel.' Inmiddels gebruikt Meatless verschillende plantaardige bronnen voor de gelijknamige vlees- of vetvervanger. Tarwe is momenteel de meest gebruikte bron, circa 80 procent van de productie is hierop gebaseerd. 'Het is deels een kwestie van prijs en deels van de applicatie. Zo is rijst een veelbelovende bron omdat we er een glazige, transparante vleesvervanger mee kunnen maken en omdat rijst allergenenvrij is. Dat biedt weer perspectieven voor de verwerking in producten waarin deze productparameters belangrijk zijn, zoals bijvoorbeeld vis, maar het wordt ook gebruikt in de het nieuwe Lekker Mager & Duurzaam assortiment van PLUS.'

Ojah of het alternatieve plantaardige bronnen, zoals eiwit van lupine, erwten of aardappelen, kan gebruiken.

#### **Vleesvervangers moeten op vlees lijken wil het verkopen**

Dat zeggen diverse producenten en Albert Heijn. Vleesminderaars willen absoluut niet onder het groepje vegetariërs geschaard worden. Een vleesvervanger die qua smaak en textuur zoveel mogelijk op vlees lijkt, verkoopt uiteindelijk het beste. 'Prijs, textuur, smaak, kleur en sappigheid moeten vlees zo dicht mogelijk benaderen', aldus Jos Hugense van Meatless. Volgens Leonor Schrijen marketingmanager van Valess, de vleesvervanger op zuivelbasis van FrieslandCampina, moet een vleesvervanger ook qua formaat op vlees lijken, zodat de consument het makkelijker opnemen in het menu kan opnemen.

Bron: Distrifood

Binnen Wageningen UR wordt binnen het vierjarig onderzoeksproject 'Duurzame productie van plantaardige eiwitproducten' onder meer onderzocht welke processen (op nanoschaal) ten grondslag liggen aan de structurering van eiwitten. Deze inzichten zouden dan weer kunnen worden gebruikt om NPF's te produceren met een 'vleziger' textuur. Een optie is het omzetten van eiwitten naar fibrillen. Op basis van verschillende eiwitbronnen kunnen deze anisotropische nanostructuren worden geproduceerd. Doordat het mechanisme achter de fibrillenvorming bekend is, is de vorming van deze structuren te beïnvloeden.

Een andere manier om de textuur van NPF's te verbeteren, ligt in de scheiding van het eiwit uit de plantaardige bron. Plantaardige eiwitten worden ook zelden in een pure vorm gebruikt, waardoor ook andere macronutriënten zoals koolhydraten in NPF's zijn verwerkt. Deze komen van nature in zeer geringe mate voor in vleesproducten. Zoals eerder vermeld,

houden koolhydraten vocht vast, een eigenschap die de sappigheid van het product niet ten goede komt. Binnen Wageningen UR vindt eveneens onderzoek plaats naar scheidingsprocessen die de koolhydraten verwijderen. Er zijn opties voor mildere behandelingen, zoals droogscheiden of gebruik van enzymen. Met name de laatste scheidingswijze moet worden verfijnd. Het probleem is dat koolhydraten vrij resistent zijn tegen enzymen. De crux is dus om deze componenten af te breken zonder dat het eiwit wordt beschadigd.

### **6.5 Alternatieve eiwitbronnen**

Behalve de gebruikelijke plantaardige eiwitbronnen, zoals soja, tarwe of rijst, zijn er ook minder gangbare alternatieven die voor food en veevoer kunnen worden gebruikt. In deze paragraaf gaan we kort in op algen, insecten en kweekvlees.

#### **Algen**

Het eiwit uit algen biedt mogelijkheden om verwerkt te worden in food en feedproducten. De nutritionele kwaliteit is vergelijkbaar met soja. Daarnaast bevatten algen DHA-vetzuren, waardevolle componenten die al worden gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie (babyvoeding).

Qua milieu-impact scoren algen ook goed. Omdat ze in aparte algenparken - in open of gesloten systemen - worden gekweekt, doen ze geen beroep op gebieden die geschikt zijn landbouwdoeleinden. Ook hebben algen nauwelijks voedingsstoffen nodig. Hun voornaamste bron is zonlicht en in mindere mate CO<sub>2</sub> en stikstof. Daarnaast nemen algen CO<sub>2</sub> op. Momenteel ligt de focus met name op het gebruik van de olie uit algen als biofuel, waarbij eiwit een bijproduct is. Doordat bij de extractie van olie hoge temperaturen en een opvoering van de druk worden gebruikt, komt het eiwit vrij in gedenatureerde vorm.

Gezien de eiwitconcentratie, 40 tot 50 procent, in algen en de eerder genoemde waardevolle componenten (DHA) is de voedingsmiddelenindustrie

**Algen: lage input, hoge output**

'In een van mijn vorige banen werkte ik bij een farmaceutisch bedrijf. Ik leerde al snel dat 80 tot 85 procent van alle aandoeningen welvaartsziekten zijn. In plaats van deze gevallen te voorkomen, waren we bezig om stoplappen te ontwikkelen. Ik merkte dat ik mijn energie beter kon besteden aan producten met een preventieve werking.' Aan het woord is Erwin Houtzager. In 2009 richtte hij Phycom op, een Wageningse start-up die gericht is op onderzoek naar en productie van algen voor food, feed en non-food toepassingen. 'Algen lenen zich bij uitstek voor eiwitproductie gezien het hoge gehalte aan droog eiwit dat tussen de 60 en 70 procent kan schommelen. Daarnaast bevatten algen waardevolle componenten zoals DHA-vetzuren. Deze worden in de voedingsmiddelenindustrie al gebruikt om visolie te vervangen. Ook de impact van algenkweek op het milieu is, vergeleken met de productie van de gebruikelijke dierlijke en plantaardige eiwitten, uiterst gering. De relatief geringe input - CO<sub>2</sub>, meststoffen en zonlicht - leidt ook nog eens tot een verhoudingsgewijs grote input per hectare. Kortom, het is een ideaal product om de eiwittransitie een duw in de rug te geven!'

Nu is de productie van algen behoorlijk prijzig, zo geeft Houtzager ook toe. Hij verwacht wel dat op middellange termijn, zo rond 2020, de productie van algen in gesloten systemen dermate zal zijn opgeschaald dat de prijs behoorlijk zal zijn gedaald. 'De verwachting is ook dat het prijsniveau van vis en van soja, als belangrijke feedbron, de komende jaren omhoog zal gaan. Dat betekent dat beide opties dichterbij elkaar toe groeien.' In de toekomst verwacht Houtzager ook de introductie van gesloten kringloop-systemen in de algenkweek. Hierbij worden afvalstromen gebruikt als 'voedingsbodem' voor de algen. Houtzager: 'Het is al een verduurzamende eiwitbron. In een kringloop met rest- of afvalstromen zal deze nog duurzamer worden.'

geïnteresseerd in deze vorm van eiwitproductie. Zo nam DSM in 2010 het Amerikaanse Martek over en Unilever gaat in samenwerking met een derde partij onderzoeken of het algen kan gebruiken als vleesvervanger. Vooralsnog moet nog het nodige onderzoek worden verricht naar de opschaling van algenproductie. Ook is verder onderzoek nodig naar de functionaliteiten van algeneiwit in voeding, bijvoorbeeld met betrekking tot het emulgerende capaciteit.

**Insecten**

Insecten hebben voor food en feedtoepassingen aantrekkelijke eigenschappen zoals een hoge voedingswaarde (belangrijke aminozuren, vitaminen en mineralen), een relatief lage milieubelasting en een unieke smaak. Daarnaast kunnen sommige insecten worden gekweekt op reststromen, wat de milieu-impact van deze dieren aanzienlijk reduceert. Nu eet circa 80 procent van de wereldbevolking met enige regelmaat een insect, in zijn geheel of in een vermalen vorm. In westerse culturen behoort het eten van insecten niet tot het voedingspatroon. De kans dat Nederlanders en masse overschakelen op meelwormen, sprinkhanen of kevers lijkt zeer gering. Wel kan het eiwit van insecten worden gebruikt als feed alternatief voor gebruikelijke feedeiwitten van soja en tarwe. Een mogelijke

**Insecten op de (menu)kaart**

Marian Peters stond aan de wieg van Venik, de Vereniging Nederlandse Insecten Kwekers. Van origine werkte ze voor de overheid om economische landbouwinnovaties op te zetten. 'Dat waren vaak toch initiatieven als

boerderijcampings of boerderijwinkels, niet echt fundamenteel andere concepten. Via via kwam ik destijds in contact met een sprinkhanenkweker die vroeg of ik een marktverkenning wilde uitvoeren. Toen realiseerde ik me dat insecten een enorm potentieel hebben in de feed, maar ook de food sector. Het zijn dieren met een hoog eiwitgehalte en sommige exemplaren kunnen worden gekweekt op reststromen.'

Wat nog ontbrak was een samenwerkingsverband die de krachten zou bundelen van de insectenkwekers en die toenadering zou zoeken tot relevante ketenpartners zoals retailers, groot-handels, cateraars en onderzoeksinstituten. 'Dat is uiteindelijk Venik geworden. Doel is om insecten en insecteneiwit als een volwaardig product op de Nederlandse markt te brengen. Belangrijk is dat consumenten deze producten accepteren. Momenteel eet het leeuwendeel van de bevolking het niet. Dat kan ik me ook wel voorstellen. Vandaar dat we samen met Wageningen UR onderzoeken welke mogelijkheden er zijn om het eiwit in een andere vorm, vermalen of geëxtraheerd, in voedingsmiddelen te verwerken. Ook richten we onze pijlen op het buitenland. We zijn betrokken bij het opzetten van kwekerijen in Malawi en Kenia. In deze landen worden bepaalde insecten gegeten, deze worden daar als seizoensproduct geoogst uit de natuur. Dit heeft weer gevolgen voor de beschikbaarheid, de prijs, en de kwaliteit. Een gecontroleerde kweek zou de eiwitvoorziening in deze landen een zet in de goede richting kunnen geven.'

optie is om insecteneiwit te isoleren en op te werken zodat het in een geabstraheerde vorm in een consumentenproduct kan worden gebruikt. Binnen het onderzoekstraject Supro-2 wordt nader onderzocht welke mogelijkheden en beperkingen - bijvoorbeeld op gebied van kleur, texturering, allergeniciteit et cetera) hieraan zijn verbonden. Tevens wordt binnen het programma aandacht besteed aan de mogelijkheden op insectenkweek op te schalen zodat het economisch interessant wordt voor bedrijven en investeerders om zich op deze markt te begeven.

**Kweekvlees**

In vitro-vlees of kweekvlees ontstaat uit dierlijke stamcellen. Onder de juiste omstandigheden kan hieruit spierweefsel groeien. Als basis voor kweekvlees kan bloedserum van kalveren worden gebruikt. Dit houdt wel dat nog steeds dierlijk eiwit nodig is om kweekvlees te produceren. Wel zijn er mogelijkheden om alternatieven, bijvoorbeeld algen, te gebruiken. Vooralsnog kampt in-vitro vlees met dezelfde obstakels als insecten. Consumenten staan vooralsnog niet open voor dit type voeding. Dit heeft vooral te maken met de wijze van productie. Het kweken wordt geassocieerd met 'gerommel' en genetische modificatie. Zij stellen deze mening wel bij als blijkt dat voor de productie van kweekvlees geen dieren worden gehouden. In 2011 hebben de universiteiten van Wageningen en Utrecht een multidisciplinair onderzoekstraject opgezet dat onder meer moet leiden tot een eetbaar product dat een commerciële potentie heeft. Daarnaast is verder onderzoek nodig om de productie van kweekvlees op te schalen.



# Bronnen

## Hoofdstuk 1:

- Voedselprijzen: volle schappen, lege maag, FEM Business (2008)
- Livestock's long shadow, Environmental issues and options, FAO (2006)
- [www.duurzameveeteelt.nl](http://www.duurzameveeteelt.nl)
- Boer, kip, klant: iedereen is blij met het Rondeel-ei, Trouw (2010)
- De drijvende krachten achter het eiwit, Carin Rougoor, Emiel Elferink (CLM) (2010)
- Projections of global meat production through 2050, Dr. Thomas E. Elam, Center for Global Food Issues
- BRIC, Wikipedia
- How the rising price of corn made Mexicans take to streets, The Independent (2007)

## Hoofdstuk 2:

- Industrial proteins in perspective, Elsevier (2003)
- Proteïnen, Wikipedia
- Industriële eiwitten: veelzijdige grondstof in food en non-food sector, Marian van Opstal (2004)
- Solanic heeft primeur met aardappeleiwit, [evmi.nl](http://evmi.nl) (2007)

## Hoofdstuk 3:

- Livestock's long shadow, FAO (2006)
- De drijvende krachten achter het eiwit, Rougoor, Elferink (2010)
- Water footprints of nations, Chapagain, Hoekstra (2004)
- State of the world population, UNFPA (2007)
- Waarom zijn de huidige voedselprijzen zo hoog?, Banse, Nowicki, van Meijl, LEI (2008)

- Chinese milk industry still recovering from melamine crisis: GAIN report, FoodNavigatorAsia.com (2010)
- From Copenhagen to Cochabamba, via the Amazon, Climateandcapitalism.com (2010)
- The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon, Barona, Ramankutty, Hyman, Coomes (2010)
- Vleesconsumptie Nederland verandert bijna niet, PVE (2010)
- Virtual water, Wikipedia

## Hoofdstuk 4:

- How to feed the world in 2050, FAO
- De drijvende krachten achter het eiwit, Rougoor, Elferink (2010)
- Case study of the impact of CAP on a developing country: importation of milk solids into Jamaica from the EU, Matthew Griffith, Development Review (2002)
- Brabeck: 'No food for fuel', [evmi.nl](http://evmi.nl) (2011)
- Voedselzekerheid, een beschouwing vanuit drie dimensies, LEI (2009)
- Green revolution, Wikipedia
- 'Consumenten relatief positief over geventeegroente en -fruit voor oplossing gezondheidsproblemen', Plant Research International, Wageningen UR (2011)

## Hoofdstuk 5:

- Livestock's long shadow, FAO (2006)
- The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon, Barona, Ramankutty, Hyman, Coomes (2010)

- From Copenhagen to Cochabamba, via the Amazon, Climateandcapitalism.com (2010)
- Virtual water, Wikipedia
- The protein puzzle, The consumption and production of meat, dairy and fish in the EU, PBL (2011)
- Farmed salmon, wordwildlife.org
- Soylent Green, Wikipedia

#### Hoofdstuk 6:

- Algen als vleesvervanger, Taskforcebiodiversiteit.nl (2011)
- Onderzoek gestart naar de acceptatie van kweekvlees, Wageningen UR (2011)
- Kweekvlees, NRC Archief (2005)
- Eiwitfibrillen: productie, mechanisme en toepassing, C. Akkermans (2008)
- Peiling van voedsel, J. Bartels, M.C. Onwezen, A. Ronteltap, A.R.H. Fischer, A.P.W. Kole, R.J.F.M. van Veggel en M.J.G. Meeusen, (2009)
- Vleesminnaars, vleesminderaars en vleesmijders, E. de Bakker, H. Dagevos, LEI (2010)
- Duurzaamheid van veel geconsumeerde vleesvervangers, Blonk Milieu Advies (2009)
- Supermarktmonitor vlees en vleesvervangers, Milieudefensie, Varkens in Nood (2009)

## **Colofon**

### **Tekst:**

Lucien Joppen, Joppen Tekst en Advies  
[www.lucienjoppen.nl](http://www.lucienjoppen.nl)

### **Eindredactie en coördinatie:**

Bert van Rees, Bureau Berdt  
[www.bureauberdt.nl](http://www.bureauberdt.nl)

### **Lay out/Beeldschermopmaak:**

Marian van Helden, Van Helden grafische vormgeving

### **Uitgever:**

Food & Nutrition Delta

Food & Nutrition Delta is niet aansprakelijk voor de gevolgen van het toepassen van gegevens uit deze werken. Het gebruik van de tekst uit de werken, in welke vorm dan ook, is toegestaan mits de bron wordt vermeld. Gebruik voor commerciële doeleinden is echter niet toegestaan.

Spaar alle werken, check [www.foodnutritiondelta.nl](http://www.foodnutritiondelta.nl)

# Eiwit krijgt kleur

**Food & Nutrition Delta**

Postbus 450  
6700 AL Wageningen

**Tel** +31 317 478 258

**Email** [info@foodnutritiondelta.nl](mailto:info@foodnutritiondelta.nl)

**Web** [www.foodnutritiondelta.nl](http://www.foodnutritiondelta.nl)

*Food & Nutrition Delta*  
Food for Business

